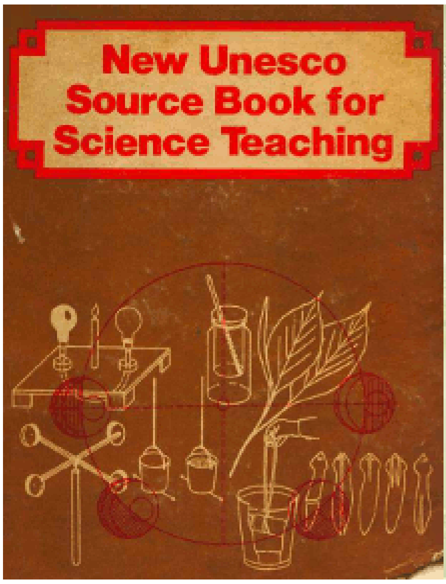
எளிமை, இனிமை, தெளிவு இவர்தம் நூல்களின் தனிச்சிறப்புகளாகும்.

பேராசிரியர் முனைவர்
ந சுப்பு ரெட்டியார்

யுனெஸ்கோ அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல்

UNESCO Source Book
For Science Teaching

தமிழாக்கம் :
டாக்டர் ந. சுப்பு ரெட்டியார்
தமிழ்த்துறைத் தலைவர்
திருவேங்கடவன் பல்கலைக் கழகம், திருப்பதி



1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

யுனெஸ்கோ
அறிவியல் பயிற்றும்
மூலமுதல் நூல்

தமிழாக்கம்

பேராசிரியர் முனைவர் ந சுப்பு ரெட்டியார்

எளிய வேளாண் குடியில் பிறந்து, தன் முயற்சியால் பயின்று,
ஆசிரியராக தொடங்கிப் பேராசிரியர் வரை உயர்ந்தவர்.
திருப்பதி திருவேங்கடவன் பல்கலைக்கழகத்தில் தமிழ்த்துறையை
உருவாக்கி அதன் தலைவராகப் பணியாற்றியவர்.
பல பல்கலைக்கழகங்களில்
சிறப்புநிலைப் பேராசிரியராகத் திகழ்ந்தவர்.

பண்டையத் தமிழ்க்கல்வி மரபில் வேரூன்றி,
நவீனக் கல்விப் பயிற்றல் முறைகளில் தேர்ந்தவர்.
பல ஆய்வாளர்களை உருவாக்கியவர்.
வாழ்நாள் முழுவதும் எழுத்தும், பேச்சுமாக வாழ்ந்தவர்.
136 [135 +1] நூல்களைப் படைத்துப் பன்முக ஆளுமையாக மிளிர்ந்தவர்.

அன்னாரின் நூற்றாண்டு (2015~2016)
108 நிகழ்வுகளாக தமிழகமெங்கும்
மிகச் சிறப்பாக கொண்டாடப் பெற்றது.

உற்று நோக்கல், சோதனை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில்தான் திறமான அறிவியல் பயிற்றல் அமையவேண்டும். இவையன்றி வேறொன்றும் அமையாது. ஆனால் சோதனைகள் செய்வதற்கும் நெருங்கிய உற்றுநோக்கல்களை மேற்கொண்டு கற்பதற்கும் தனிப்பட்ட வாய்ப்புத்திறன்கள் தேவைப்படுகின்றன. இன்னபிற பயிற்றுமுறைகளையும் இந்நூல் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளது.

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100
Centenary Committee Publications

ISBN: 978 -81-939835-3-9

eBOOK ~ மின் நூல்

யுனெஸ்கோ
அறிவியல் பயிற்றும்
மூலமுதல் நூல்

<u>தமிழாக்கம்</u>

அருங்கலைக்கோன், சடகோபன் பொன்னடி, சேவா ரத்னா,
தமிழ்ப்பேரவைச் செம்மல், கலைமாமணி, ஆய்வுத்தமிழரசு,
பொதுமறைச் செம்மல், வைணவ இலக்கிய மாமணி

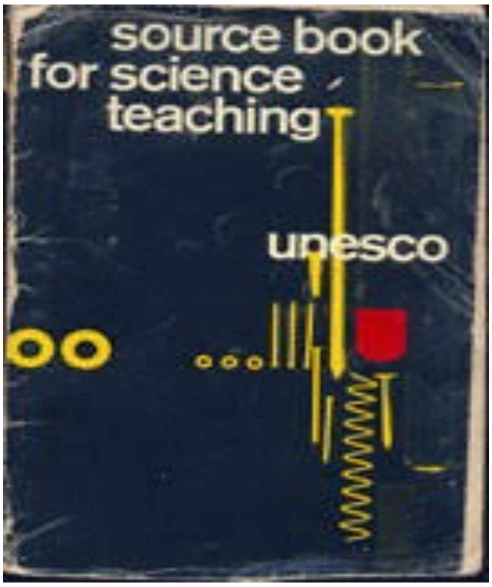
பேராசிரியர் முனைவர்

ந சுப்பு ரெட்டியார்

முன்னாள் வாழ்நாள் மதிப்பியல் பேராசிரியர்

தமிழ் இலக்கியத்துறை
சென்னைப் பல்கலைக்கழகம்

.



1916 2016

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

யுனெஸ்கோ அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல்

All rights are reserved. No part of the publication may be reproduced, stored in a retrieval system (including but not limited to computers, disks, external drives, electronic or digital devices, e-readers, websites), or transmitted in any form or by any means (including but not limited to cyclostyling, photocopying, docutech of other reprographic reproductions, mechanical, recording, electronic, digital versions) without the prior written permission of the publisher, not be otherwise circulated in any form of binding or cover other than that in which it is published and without a similar condition being imposed on the subsequent purchase.

முதற்பதிப்பு – 1969
இரண்டாம் பதிப்பு --- 2019

Price: Rs.325.oo

Published by:

ந சுப்பு ரெட்டியார் 100

Centenary Committee Publications

AD-13, 5th Street, Anna Nagar West, Chennai – 600 040

ISBN 978-81-939835-3-9

9 788193 983539

Wrapper design: **Centenary Committee**
Printed at: DJ Prints, Chennai – 600 095

தமிழாக்க ஆசிரியரின் குறிப்பு

''பிறநாட்டு நல்லறிஞர் சாத்திரங்கள்
தமிழ்மொழியில் பெயர்த்தல் வேண்டும்;
இறவாத புகழுடைய புதுநூல்கள்
தமிழ்மொழியில் இயற்றல் வேண்டும்''

என்று கூறியுள்ள பாரதியின் கனவு நாடு விடுதலை பெற்ற பிறகு விரைவாக நனவாகி வருகின்றது. 'மொழிபெயர்ப்பு' என்பது ஒரு கலை; இலக்கியப் படைப்புக்களில் மொழிபெயர்ப்பு நூலும் ஒரு வகை. கல்லூரிகளில் தமிழ் பாடமொழியாகச் செயற்படும் தொடக்க நிலையில் இம் மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள்தாம் பெருந் துணைபுரியவேண்டும். மொழிபெயர்ப்பினைத் தொல்காப்பியர் 'அதர்ப்பட யாத்தல்' என்று குறிப்பிடுவர். மொழிபெயர்ப்பு நூலைப் படிப்போருக்கு 'இது ஒரு மொழிபெயர்ப்பு' என்று தோன்ருவண்ணம் முதல்நூல் போலவே சரளமான தீந்தமிழ் நடையில் மொழிபெயர்ப்பு அமைதல் வேண்டும். நூல் நுவலும் கருத்துக் களை யான் அறிந்தவனுதலால் இந்தக் குறிக்கோளை மனத்திற்கொண்டு அதனை ஓரளவு நிறை வேற்ற முயன்றுள்ளேன். அதில் சிறிதாவது வெற்றிபெற்றேனு என்பதை இந்த நூலைப் படிப்போர்தாம் முடிவுகட்டவேண்டும்.

மேனுட்டுப் புதிய துறைக் கருத்துக்கள் தமிழ் மொழியினை அடைவதற்கு 'மொழி பெயர்ப்பு சேது' ஒரு வழியாகும். தமிழ் மொழியின் ஆக்கத்தை விரும்புவோர் 'இதுவே வழி' என்று நினைத்தல் தவறு. தமிழர்கள் அத் துறைக் கலைகளை முறையாகப் பயின்று அத் துறை களில் 'முதல் நூல்கள்' (Original works) அமைத்தலைக் குறிக்கோளாகக் கொள்ளல் வேண்டும். 'இந்த மொழிபெயர்ப்பு சேது' அமைத்தலில் சிறியேனின் தொண்டு இராமன் அமைத்த 'சேதுவில்' ஒரு சிறு அணில் மேற்கொண்ட தொண்டினைப் போன்றது. தமிழ் மொழியாக்கத் தில் தூய்மையான ஆர்வமே முக்கியமாகும். கூட்டங்களில் பாமர மக்களிடையே 'வெற்று வேட்டுக்கள்' எழுப்புவதைவிட அறிஞர்கள் அமைதியாக உருப்படியான பணியில் இறங்குவது இன்று மிகவும் வேண்டப்படுவதொன்று. துறையறிவு சிறிதுமின்றி தமிழ்ப்புலமை யொன்றையே துணையாகக்கொண்டு மொழிபெயர்ப்புத் துறையில் இறங்குவது விரும்பத் தக்கதன்று.

இந்த நூலை எழுதி வெளியிடுவதற்கு இசைவு தந்த திருவேங்கடவன் பல்கலைக் கழக ஆட்சிக் குழுவினருக்கு (Syndicate) — சிறப்பாக அதனைத் திறம்படக் கண்காணித்து வரும் அதன் துணைவேந்தர் டாக்டர் V. C. வாமனராவ் அவர்கட்கு — என் உளங்கனிந்த நன்றி என்றும் உரியது.

இந் நூலை எழுதுங்கால் என்னுளே தோன்ருத் துணையாக நின்று எனக்கு உடல் நலத்தையும் மன வளத்தையும் அருளி வரும் எல்லாம்வல்ல இறைவனின் பெருங் கருணைத் திறத்தை எண்ணி அவன் அடிகளைப் போற்றுகின்றேன்.

திருப்பதி,
ஏப்ரில் 1, 1969

ந. சுப்பு ரெட்டியார்

முகவுரை

உலகம் முழுவதிலுமுள்ள பள்ளிகளின் கல்வித் திட்டத்தில் அறிவியல் பாடம் தனித் தன்மை வாய்ந்தது. அப்பாடத்தைத் திறமையாகப் பயிற்றுவதற்கெனத் தேவைப்படும் பல்வேறு வகைப் பொருள்களும் சோதனைகளுமே இத் தனித் தன்மைக்குக் காரணமாகும். பென்சில், தாள், கரும்பலகை, பாடப் புத்தகங்கள் இவை போன்ற சில துணைக் கருவிகள் ஆகிய சாதாரண கைக் கருவிகள் கிடைப்பின், பெரும்பாலான ஏனைய பாடங்களைக் கற்றுக் கொள்ளலாம். அறிவியலைப் பயிற்றுவதற்கு இவையும் இன்றியமையாதவையே ; ஆனால் இவை மட்டிலுமே கைக் கருவிகளாக அமையின், அறிவியல் எழுச்சியற்ற, கவர்ச்சிகரமில்லாப் பாடமாகின்றது.

அறிவியலைப் பயன்பெறக் கற்றுக்கொள்ள வேண்டுமாயின் அது நேரடியாக அநுபவமாக வேண்டும். அது கற்கப்பெறவேண்டுமேயன்றி, அறிந்து கொள்ளப்பெறுவதன்று. அறிவியல் ஒவ்வொரு சிறுவன், சிறுமியின் வாழ்வுடன் நெருங்கிப் பிணைந்திருப்பதால், பாடப் புத்தகங்களைப் படித்தல் அல்லது சொற்பொழிவுகளைக் கேட்டல் என்ற குறுகிய எல்லைக்குள் அதனை உட்படுத்த இயலாது. இவ்வுலகில் எப்பகுதிக்குச் சென்றாலும், அறிவியல் சூழ்நிலையின் நெருங்கிய பழக்கமுள்ள ஒரு பகுதியாகவே இருப்பதைக் காணலாம்; உயிர் வாழ் பொருள்கள், பூமி, வானம், காற்று, நீர், வெப்பம், ஒளி, ஈர்ப்பு ஆற்றல் போன்ற விசைகள் ஆகியவை யாவும் சூழ்நிலையின் பகுதியன்றோ? எனவே, அறிவியல் கற்றலில் ஆசிரியர் நேரடிப் பொருள்களின்றி இருத்தல் கூடாது.

உற்று நோக்கல், சோதனை ஆகியவற்றின் அடிப்படையில்தான் திறமான அறிவியல் பயிற்றல் அமையவேண்டும். இவையன்றி வேறொன்றும் அமையாது. ஆனால் சோதனைகள் செய்வதற்கும் நெருங்கிய உற்றுநோக்கல்களை மேற்கொண்டு கற்பதற்கும் தனிப்பட்ட வாய்ப்புத் திறன்கள் தேவைப்படுகின்றன ; உலகின் பல பகுதிகளிலும், சிறப்பாகத் தொடக்கப் பள்ளி நிலையிலும் உயர்நிலைப் பள்ளியின் முதல் நிலையிலும் இவை இல்லாத குறையாகவே உள்ளது. இதன் காரணமாக இப்பகுதிகளில் அறிவியல் பயிற்றலில் ஒரு கடுமையான தடை ஏற்பட்டுள்ளது. ஆய்வகமுறைப் பயிற்றலைத் தொடக்க நிலையில் மேற்கொள்ளினும் அதற்கு வணிகமுறை உற்பத்தியாளர்களால் ஆயத்தம் செய்யப்பெற்ற விரிவான தளவாடம் தேவை என்று பெரும்பான்மையோர் நம்புகின்றனர்; இது தவறு. பெரும்பாலான தொடக்கப்பள்ளி நிலை, உயர்நிலைப் பள்ளியின் முதல் நிலைகளில் பயிற்றலுக்கு அத்தகைய சோதனைப் பொருள்கள் தவிர்க்கவேண்டிய அளவுக்கு விலையேறிய நிலையில் உள்ளன; உலகின் பல பகுதிகளில் உள்ளூர் உற்பத்தி இல்லாமையால் அவை கிடைக்கக் கூடியனவாகவும் இல்லை; விலையதிகமாக இருப்பதால் வெளிநாடுகளினின்றும் இறக்குமதி செய்வதற்கு இயலக்கூடியதாகவும் இல்லை.

இரண்டாம் உலகப் பெரும் போரின் இறுதியில் பல்வேறு நாடுகளில் பல பள்ளிகள் அழிக்கப்பெற்றுவிட்டன. இப்பள்ளிகள் உயிர்பெறத் தொடங்கியதும் அறிவியல் தளவாடத் தேவை அதிகமாக ஏற்பட்டது; ஏனெனில், இந்நாடுகள் உற்றுநோக்கல், சோதனை இவற்றின் அடிப்படையில் அறிவியல் பயிற்றலை மேற்கொள்ளுவதை மரபாகவே கொண்டிருந்தன. இத்தேவையை நிறைவேற்றுவதற்காக ஐக்கிய நாட்டுக் கல்வி-அறிவியல்-பண்பாட்டுக் கழகம் (யுனெஸ்கோ) ''அழிபட்ட நாடுகளின் அறிவியல் ஆசிரியர்க்கான குறிப்புக்கள்'' என்ற தலைப்பில் ஒரு சிறிய நூலொன்று வெளியிடுவதற்குக் காரணமாக இருந்தது. இந்நூலின் ஆசிரியர் ஜே. பி. ஸ்டீஃபென்ஸன் என்பார் (இவர் இலண்டன் மாநகர்ப் பள்ளியின் அறிவியல் ஆசிரியர்; ஒன்றுபட்ட அரசின் கீழுள்ள யுனெஸ்கோவுடன் தொடர்புள்ள 'இராயல் சொஸைட்டி கமிட்டி ஃபார் கோவாப்பரேஷன்' என்ற கழகத்தின் உறுப்பினர்). இந்நூல் அழிபட்ட பகுதிகளுக்கு மிகவும் பயன்பட்டதாக இருந்ததுடன், இதற்கு முன்னதாக தளவாடமே இல்லாதிருந்த பகுதிகளிலும் தனிச் சிறப்புக்குரிய வெற்றியை அளித்தது. எளிய பொருள்களைக்கொண்டு தளவாடத்தை ஆக்குவதையும் அவற்றைப் பயன்படுத்துவதையும் வற்புறுத்தும் இந்நூல் அந்நாடுகளின் மிகப் பெரியத் தேவையை நிறைவுபெறச் செய்துள்ளது; அந்நாடுகளிலுள்ள ஆசிரியர்களும் மிகக் கீழான நிலைகளில் கல்வி அளிப்பதிலும் நேரடியான அறிவியல் சோதனைகளின்

இன்றியமையாமையை வரவர உணர்ந்து வருகின்றனர். இதுகாறும் இந்நூலின் பல பதிப்புகள் வெளியாகியுள்ளன; அது ஃபிரெஞ்சு மொழி, ஸ்பானிய மொழி, தாயிமொழி, அரபு மொழி போன்ற பல மொழிகளிலும் மொழிபெயர்க்கப்பெற்றுள்ளன.

கடந்த சில ஆண்டுகளில் யுனெஸ்கோ எளிய தளவாடங்களை உற்பத்தி செய்து அவற்றைப் பயன்படுத்தும் தேவைமிகுந்த பகுதிகட்குப் பல அறிவியல் பயிற்றும் வல்லுநர் அடங்கிய தூதுக்குழுக்களை அனுப்பியுள்ளது. ஸ்டீஃபென்ஸன் அவர்களின் நூலில் குறிப்பிடப்பெற்ற பொருள்களை ஆக்குவதிலும் சோதனைகளை மேற்கொள்ளுவதிலும் இந்த வல்லுநர்கட்கு வாய்ப்புக்கள் நேரிட்டன. ஸ்டீஃபென்ஸனின் நூல் தொடக்கத்தில் வெப்ப நாடுகளுக்கெனத் திட்டமிட்டு எழுதப்பெறாததால், வேறு பொருள்களைக் கண்டறிவதிலும் புதிய சோதனைகளைத் திட்டமிடுவதிலும் இவ்வல்லுநர்கட்கு மேலும் வாய்ப்புக்கள் கிடைத்தன. ஸ்டீஃபென்ஸனின் நூலுடன் இணைந்த இவர்களின் பணியால் அணி அணியான எளிய தளவாடமும் அறிவியல் சோதனைகளும் கண்டறியப்பெற்றன; இவற்றைத் தொகுத்து ஒரே ஒரு நூல் வடிவில் வெளியிடவேண்டிய இன்றியமையாமையும் ஏற்பட்டது. இஃது இன்று நம் கையிலுள்ள "யுனெஸ்கோ அறிவியல் பயிற்ற மூலமுதல் நூல்" என்னும் புத்தகம் வெளிவருவதற்கான பேருக்கத்தை அளித்தது.

இந்த நூலில் ஒருங்கமைந்த பொருள்களின் மூலமுதல் நூல் மூலம்பற்றிய முழு விவரங்களை 'நன்றியுரை'யிலும் இரண்டாம் பதிப்புபற்றிய குறிப்பிலும் காணலாம்.

அறிவியலும் புதிர் தீர்த்தலில் (Problem solving) அறிவியல் முறையும் எந்த நவீனக் கல்வித் திட்டத்திலும் குறிப்பிடத்தக்க பங்கினைப் பெறவேண்டும் என்ற நம்பிக்கையைக் கொண்ட யுனெஸ்கோ உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலுமுள்ள அறிவியல் ஆசிரியர்கட்குத் தம் பணியில் இந்நூல் துணைபுரியும் என்ற நம்பிக்கையுடன் இதனை அவர்கட்கு அளிக்கின்றது. ஆசிரியரும் மாணாக்கர்களும் தனியாக இருந்தும் குழுவாக நின்றும் புதிர் தீர்த்தலின் திறன்களை நடைமுறைக்குக் கொணர்ந்தால்தான் அறிவியல் மிகப் பயனுடன் பயிற்றப்பெறும் என்பதும், அப்பொழுதுதான் அது பயனுள்ளதாகக் கற்கவும் பெறும் என்பதுமே இந்நூலின் நோக்கங்களாக அமைகின்றன. சோதனைகளைத் திட்டம் செய்தல், அவற்றை முற்றுப்பெறச் செய்வதற்கு அப்போதைய ஏற்பாடாக எளிய தளவாடத்தை அமைத்தல் ஆகிய இரண்டும் அத்தகைய கற்றலின் மிகச் சிறிய பகுதியன்று. எனவே, சாதாரணமாக எந்தப் பகுதியிலும் நடைமுறையில் கிடைக்கக்கூடிய பொருள்களைக்கொண்டே பல எளிய துணைக் கருவிகளை அமைக்கும் குறிப்புக்களும் இந்த நூலில் அடங்கியுள்ளன. மேலும், இந்த நூலில் மிக விரிந்த நிலையில் அணி அணியாகக் காணப்பெறும் சோதனைகளில் பயனுள்ள கற்றலுக்கு அடிப்படையாகவுள்ள உற்று நோக்கலில் கொண்டு உய்ப்பதற்கு மிகவும் தகுதியாகவுள்ளவற்றை மட்டிலும் ஆசிரியர் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளலாம்.

ஈண்டுக் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள அப்போதைய ஏற்பாடுகளை எவ்விதத்திலும் தற்காலிகமாகப் பயனளிப்பவை என்று கருதுதல் கூடாது. இந்தச் சோதனைகளும், துணைக் கருவிகளை அமைக்கும் பயிற்சிகளும் அறிவியல் பயிற்றலின் மிகச் சிறந்த மரபுகளை யொட்டியே அமைந்துள்ளன. மிகச் சிறந்த அறிவியல் ஆசிரியர்களில் பலர் இத்தகைய அப்போதைய ஏற்பாடாகவுள்ள துணைக்கருவிகளையே பயன்படுத்தியுள்ளனர்; இத்தகைய அப்போதைய ஏற்பாடாகவுள்ள தளவாடத்தைக்கொண்டே பெரிய கண்டுபிடிப்புக்களில் பல அமைந்தன.

இப்புத்தகத்திலுள்ளவை அனைத்தும் முழுமை எய்தி விட்டதாக உரிமை கொண்டாடுவதற்கில்லை. கிடைக்கக்கூடிய ஏராளமான பொருள்களில் எவற்றைச் சேர்த்துக் கொள்ளலாம் என்று அறுதியிடுவதில் சங்கடம் உள்ளது. ஆயினும், இந்நூலில் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ளவை ஆசிரியர்கட்கும் மாணாக்கர்கட்கும் ஒரு வழிகாட்டியாகவும் தூண்டுகோலாகவும் அமைந்து அவரவர் அறிவியல் புதிர்களை வரையறை செய்யவும் அதன் பிறகு உள்ளூரில் கிடைக்கக்கூடிய பொருள்களைக்கொண்டே சோதனை செய்வதற்கேற்ற தேவையான தளவாடத்தை அப்போதைய ஏற்பாடாகச் செய்து கொள்ளவும் துணையாக இருக்கும் என்று நம்பப்பெறுகின்றது.

நன்றியுரை

அறிவியல் அனைத்தையும் உட்கொண்ட ஒரு துறையாகும்; அதற்கு எல்லைக் கோடுகளே இல்லை. இன்று மனிதன் சேமித்து வைத்துள்ள அறிவுக் களஞ்சியம் முழுவதும் பல நாட்டைச் சேர்ந்த தொண்டர்களால் விருப்பமில்லாத இயற்கையன்னையிடமிருந்து பொறுக்கித் திரட்டப் பெற்றதாகும். இந்நிலையில் பல நாட்டைச் சார்ந்த பட்டறிவுமிக்க அறிவியல் ஆசிரியர்களால் தொகுக்கப்பெற்று "யுனெஸ்கோ அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல்" வெளிவருவது மிகவும் பொருத்தமாகும். இங்ஙனம் பட்டறிவினைப் பகிர்ந்து கொள்வதன்மூலம் அறிவியல் பயிற்றலை மேம்பாடடையச் செய்து முன்னேற்றப் பாதையில் கொண்டு செலுத்தலாம்.

இந்த நூல் வெளிவருவதற்குக் காரணமாக இருந்த அனைவரையும் எடுத்துக்காட்டுவது முற்றிலும் இயலாததொன்று. இந்நூலின் சேர்க்கப்பெற்ற பொருளில் பெரும் பகுதி கடந்த காலத்தில் நீளப் பயின்று வந்ததாகும்; அஃது எல்லா இடங்களிலுமுள்ள அறிவியல் ஆசிரியர்கள் பொது மரபுரிமையாகப் பெற்றுவந்த கருவூலத்தின் ஒரு பகுதியாகும். இந்த நூல் வெளிவருவதற்கு நேரடியாகக் காரணமாக இருந்தவர்களுள் முதன்முதலாகக் குறிப்பிடவேண்டியவர் இலண்டன் மாநகர்ப் பள்ளியைச் சார்ந்த ஜே. பி. ஸ்டீஃபென்ஸன் என்பார் ஆவார். தொடக்கத்தில் யுனெஸ்கோவின் வெளியீடான "அழிபட்ட நாடுகளின் அறிவியல் ஆசிரியர்கட்குக் குறிப்புக்கள்" என்ற நூலினின்றும் பெரும் பகுதிப் பொருளை எடுத்துக்கொண்டமைக்கு ஜே. பி. ஸ்டீஃபென்ஸனுக்கும் அவருடன் இணைந்து பணியாற்றிய அன்பர்கட்கும் நாம் பெரிதும் கடமைப்பட்டுள்ளோம். அறிவியல் பயிற்றலைப்பற்றிய இச் சிறிய நூலின் செல்வாக்கு உலகமெங்கும் பரவியுள்ளது; ஏற்கெனவே அஃது அறிவியல் கல்வி இலக்கியத்தின் உயர்நிலை இலக்கியமாகப் (Classic) கருதப்பெறுகின்றது.

தொடக்க அறிவியல் பயிற்றலைப்பற்றிய இரண்டு செய்தி அறிக்கைகளின் (Bulletins) பகுதிகளைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதற்கு இசைவு தந்த அவற்றின் இணை ஆசிரியர்களான மாரிலாண்ட் பல்கலைக் கழகத்தைச் சார்ந்த டாக்டர் க்ளென் ப்ளோ என்பாருக்கும், வாஷிங்க்டன், டி.சி.யிலுள்ள அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் (United States) கல்வி அலுவலகத்தைச் சார்ந்த டாக்டர் பால் பிளாக்வுட் என்பாருக்கும் நமது நன்றியும் பாராட்டுதலும் உரியவை; 'இன்றைய அறிவியல் பயிற்றல்' என்ற தொடர் நூல்களினின் பொருளைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளப் பொது இசைவு அளித்தமைக்கு அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளின் தேசிய அறிவியல் ஆசிரியர்க் கழகத்தினருக்கும், குறிப்பாக அதன் செயலாளர் ராபர்ட் கார்லெட்டன் என்பாருக்கும் இவர்கள் மூலம் நியூயார்க் ஆசிரியர்க் கல்லூரியைச் சார்ந்த கை புரூஸ் என்பாருக்கும் நம் நன்றி உரியது; நியூயார்க் மாநிலக் கல்வித் துறையின் வெளியீடாகிய "பொது அறிவியல் கையேடு" (பகுதி 1,2) என்ற நூலின் பொருளைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள இசைவு தந்தமைக்கு அத்துறையினருக்கும் நம் நன்றி உரித்தாகுக.

1956-திசம்பரில் "யுனெஸ்கோவின் அறிவியல் பயிற்றும் மூலமுதல் நூல்" வெளிவந்ததிலிருந்து பல உயர்ந்த குறிப்புக்களும் சோதனைகளும் வந்துள்ளன; உலகின் எல்லாப் பகுதிகளிலுள்ள பல பருவ இதழ்களில் (Journals) பல மதிப்புரைகள் வெளியாகியுள்ளன. இவற்றால் இந்நூல் ஒவ்வொருமுறை அச்சேறும்பொழுதும் சிற்சில திருத்தங்கள் இதில் மேற்கொள்ளப்பெற்றுள்ளன. முதல் ஆங்கிலப் பதிப்பு பதினொரு முறை திரும்பத் திரும்ப அச்சேறியுள்ளது; ஃபிரெஞ்சுப் பதிப்பு நான்காவது தடவை அச்சேறுகின்றது. ஏழு ஏனைய மொழிகளில் இந்நூல் மொழி பெயர்க்கப்பெற்றுள்ளது; இன்னும் பதினான்கு மொழிகளில் மொழிபெயர்ப்புக்கள் தயாராகிக் கொண்டுள்ளன.

பயனுள்ள குறிப்புக்களையும் யோசனைகளையும் தந்தவர்களுள் இவர்கள் குறிப்பிடத் தக்கவர்கள்: முன்னாள் ஆஸ்திரேலிய அறிவியல் ஆசிரியர்க் கழகத் தலைவரும், ஆஸ்திரேலியாவிலுள்ள குயின்ஸ்லாந்து பல்கலைக் கழகக் கல்வித் துறையைச் சார்ந்தவருமான டாக்டர் எஃப்.ஜே. ஆஸ்லன்; இலண்டன் பல்கலைக் கழகக் கல்வி ஆராய்ச்சி நிலையத்தைச் சார்ந்தவருமான டாக்டர் டபிள்யூ. லாவர்ச்; ஃபிலிப்பைன்ஸ் தீவுகளின் யுனெஸ்கோவின் முன்னாள் அறிவியல் பயிற்றல் துறைவல்லுநரான டாக்டர் விடா ரிஸ்பெர்க்.

இரண்டாம் பதிப்புபற்றிய குறிப்பு

இந்தத் திருந்திய விரிவுப் பதிப்பில் உலகின் எல்லாப் பகுதிகளினின்றும் வந்த குறிப்புக்களைப்பற்றிய கவனம் எடுத்துக்கொள்ளப்பெற்றுள்ளது. இவற்றை அடிப்படையாகக்கொண்டு 'மின்சாரமும் வேதியியலும்', 'ஒளியியல்பற்றிய புறத்தெறிதல்' என்ற தலைப்புக்களிலுள்ள புதிய பகுதிகளையும், 'ஈர்ப்பு ஆற்றல்'பற்றிய விரிவுப் பகுதியையும் சேர்த்து ஐம்பது புதிய சோதனைகள் இப்புத்தகத்தில் சேர்க்கப்பெற்றுள்ளன.

அறிவியல் பயிற்றலில் அண்மைக் காலப் போக்குகள்பற்றிய ஓர் இயல் இப்புத்தகத்தில் சேர்க்கப்பெற்றுள்ளது; இதில் பௌதிகம்பற்றிய அழுத்தத்தைக் காணலாம்; பின்னிணைப்புக்களும் மாற்றியமைக்கப்பெற்றுள்ளன. வெளியிடுவோரின் பட்டியலுக்குப் பதிலாக அறிவியல் ஆசிரியர்களின் நூலகத்திற்குப் பயன்படக்கூடிய நூல்களின் பட்டியல் தரப்பெற்றுள்ளது. பருவ இதழ்களின் பட்டியலும் புதியதாக அமைக்கப்பெற்றுள்ளது.

அடியிற்கண்ட அன்பர்கள் பெருந்தன்மையுடன் நல்கின உதவிக்கு நமது நன்றி உரியது. நூல்களின் பட்டியல்பற்றிய குறிப்புக்களை நல்கியவர்கள்: திரு. எம். ஏ. டால்மேஜன் (ஃபிரான்சு); டாக்டர் ஆர். எட்டி, டாக்டர் ஜஃப்ரீமென், டாக்டர். ஈ. எஸ். ஆஸ்பர்ன் ஆகியோரும் தேசிய அறிவியல் ஆசிரியர்க் கழகமும் (அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்); திரு. ஸிலின் (சோவியத் இரஷ்யா). வேறு பல பயன்படும் குறிப்புக்களையும் பரிசோதனைகளையும் நல்கியவர்கள்: திரு. பெர்நாஸெர் (ஸ்பெயின்), திரு. என். டிக்வெல் (ஹாலந்து), திரு. ஜே. எம். கிராஸ் (ஹாண்டுராஸ்), திரு. ஃபிக்வெட் (பாண்டங்க்), திருமதி ஹிஜ்ஜிஸ் (கானு), திரு. ரிஸன் (நார்வே) ஆகியோரும் பிராணிகளின் பாதுகாப்பிற்காகவுள்ள உலக இணைப்பரசும். வாஷிங்க்டன் டி.ஸி. யிலுள்ள கல்வித்துறையினரும் (Educational Services Inc.), சார்லஸ் உடல்நலக் கம்பெனியாரும் கூட பௌதிக அறிவியல்கள் ஆராய்ச்சிக் குழுவின் பாடப்பிரிவினின்றும் திறமை மிகுந்த சோதனைகளில் சிலவற்றைச் சேர்த்துக் கொள்ளத் தம்முடைய இசைவினை அளித்துள்ளனர்.

இந்த நூலின் நோக்கம்

இன்று அறிவியல் பயிற்றலுக்குப் போதுமான வாய்ப்புத் திறன்களும் தளவாடமும் இல்லாத இடங்கள் உலகில் பல உள்ளன. அத்தகைய இடங்களை அறிவியல் செயற்படுதலில் மிக முன்னேற்றம் அடைந்த பகுதிகளிலும் வேறு பகுதிகளிலும் காணலாம். உற்றுநோக்கலையும் சோதனையையும் அடிப்படையாகக்கொண்டு பள்ளிகளிலும் பயிற்சிக் கல்லூரிகளிலும் அறிவியல் பயிற்றலின் தரத்தை உயர்த்தும் போக்கில் துணை செய்வதற்கென்றே இப்புத்தகம் ஆக்கப்பெற்றுள்ளது.

இந்த நூலின் அடிப்படையான நோக்கங்களை அடியிற் கண்டவாறு சுருக்கமாகக் கூறலாம்:

1. ஆசிரியர் பயிற்சிக் கல்லூரிகளில் அறிவியல் பயிற்றும் முறைகளைப்பற்றிய கல்வியை அளிப்பதற்கு அடித்தளம் அமைத்தல்;
2. தொடக்க நிலை, உயர் நிலைப் பள்ளிகளில் பணியாற்றும் அறிவியல் ஆசிரியர்கட்குப் பயிலும் அநுபவங்களுக்கும் தேவையான பொருள்களுக்கும் பயன்படக்கூடிய மூல முதலை அளித்தல்;
3. தொழிலிலிருந்துகொண்டே பயிற்சி பெறும் ஆசிரியர்கட்கு அறிவியல் பயிற்று முறைகளில் பெறும் தொழிலகப் பயிற்சி வழிகளிலும் பாடத் திட்டச் செல்திசையிலும் (Course) கல்வி பெறுவதில் ஓரளவு அடிப்படையைத் தரக்கூடிய கையேட்டினைத் (Manual) தருதல்;
4. அறிவியலுக்கென எளிய தளவாடம் அடங்கிய இரவலாக வழங்கப்பெறும் பயிற்றும் கருவியுறைகளைத் (Teaching kits) தொகுப்பதற்குரிய அடிப்படையை நல்குதல்;

அறிவியல் கழகங்களுக்கும் வேறு பொழுதுபோக்கான அறிவியல் செய்வினைகளுக்கும் சில குறிப்புப் பொருள்களை வழங்குதல்;

பல நாடுகளிலும் அறிவியல் பயிற்றுதலில் நிலவும் நிலைமைகளுக்கேற்பவும் அந்நாட்டு தேசிய மொழியில் பெயர்த்துக் கொள்வதற்கேற்பவும் திட்டமிட்டு வளர்த்த ஒரு முன்மாதிரி அல்லது கோலத்தைக் காட்டுதல்.

இந்நூலின் பயன்கள்

ஆசிரியப் பயிற்சி நிலையங்களில்:

பயிற்சிபெறும் இளம் ஆசிரியர்கள் கல்லூரிகளில் சொற்பொழிவுகளைக் கேட்பதால் மட்டிலுமே திறமையாக அறிவியல் பயிற்றக்கூடிய முறைகளைக் கற்றுக் கொள்வதில்லை; தம்முடைய பயிற்சிக் காலத்தில் தாம் பின்னர் வகுப்பறையில் காணக்கூடிய பல புதிர்களைப் பற்றியும் ஓரளவு தெரிந்துகொள்ளல் வேண்டும். பொது முறைகள்பற்றிய பயிற்சியில் தரம் பெறுவதற்கு மேலும் அதற்கப்பாலும் அறிவியல் பயிற்றலைப்பற்றித் தனிக் கவனம் செலுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். இதற்குக் காரணம் யாதெனில், பள்ளிக் கல்வித் திட்டத்தில் அறிவியல் தனித்தன்மை வாய்ந்த ஒரு பாடமாக உள்ளது; அதனைக் கற்பிப்பதற்குத் தனித் துறைப் பொருள்களையும் தளவாடத்தையும் பயன்படுத்துவதுடன் அதனை அணுகுவதற்குத் தனிச் சிறப்பு வாய்ந்த முறைகளையும் மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும். அறிவியல் கல்வியின் தரம் உயர்த்தப்பெறவேண்டுமாயின், ஒவ்வொரு ஆசிரியர் பயிற்சிக் கல்லூரியின் கல்வித் திட்டத்திலும் பயிற்றலின் துறை நுணுக்கங்கள் அடங்கிய அத்தகைய தனிச் சிறப்புடைய பாடத் திட்டச் செல்திசை அமைதல் வேண்டும்.

இளம் ஆசிரியர்கள், தாங்கள் கற்பிக்கும் சமூகத்தில் கிடைக்கக்கூடிய பொருள்களைக் கொண்டே எளிய ஆய்வக தளவாடத்தைக் கண்டறிவதும், அதனைத் திட்டம் செய்வதும்

அதனைக் கட்டுமானம் செய்வதும் அடங்கிய கல்வியைப் பெறுவதற்கேற்ற செய்முறை அல்லது ஆய்வக முறையில் அறிவியல் பயிற்று முறைகள்பற்றிய பயிற்சியின் பெரும் பகுதியைக் கொண்டுசெலுத்தவேண்டும். இத்தகைய பயிற்சியினல் மட்டிலுமே அவர்கள் தங்கள் பயிற்றலை உற்றுநோக்கலிலும் சோதனையிலும் அமைத்துக் கொள்ளுமாறு தூண்டப்பெறுவர்.

இந்தச் செய்முறைப் பயிற்சியில் இளம் ஆசிரியர் தாம் கற்பிக்கவேண்டிய முதல் ஒப்படைப்பினை (Assignment) நிறைவேற்றுவதற்குத் தேவையான தளவாடத்தின் பல பகுதிகளைக் கட்டுமானம் செய்யும் வாய்ப்பினைக் காணல்வேண்டும். மேலும், அவர் பயிற்றும் கருவியுறைகளின் உட்கருவினை (Nucleus) ஒன்றுபடுத்தத் தொடங்குவதிலும் ஊக்கம் தரப்பெறுதல் வேண்டும்.

அறிவியல் ஆசிரியர்களின் மூலமுதல் நூல் :

அறிவியல் பயில்வதற்கு வாய்ப்பில்லாத பல ஆசிரியர்கள் அதனைக் கற்பிப்பதற்கு அஞ்சுகின்றனர். பெரும்பாலோரிடம் இவ்வாறு அச்சம் எழுவதற்குக் காரணம், அவர்கள் துணைக் கருவியை எவ்வாறு ஒன்று சேர்ப்பது என்பதைப்பற்றி அறிந்து கொள்ளாததும், அல்லது தேவையான தனித்துறைபற்றிய கற்றல் அநுபவங்களைத் திரட்டத் தெரியாமலிருப்பதுவுமேயாகும். அத்தகைய ஆசிரியர்கள் இந்த நூலினைத் தேவையான எளிய தளவாடத்தை அமைப்பதற்கு ஒரு மூலக் கல்வி ஏடாகவும், கல்வித் திட்டத்திலுள்ள எந்த ஒரு தலைப்பினையும் பயிற்றுவதற்கேற்ற பல்வேறு வகைக் கற்றல் அநுபவங்களின் மூலமுதலாகவும் பயன்படுத்தலாம். இம்முறையில் பயிற்றலை மேம்பாடடையச் செய்யலாம்; வளமுடையதாகவும் ஆக்கலாம்.

மேலும், இந்நூல் மாணுக்கரிடையேயும் அறிவியலில் உயர்ந்த நிலையில் கவர்ச்சியை எழுப்புவதற்கும், அதனை நிலைபெறச் செய்வதற்கும் துணைபுரிதல்வேண்டும். இயல்பாகவே ஒவ்வொரு சிறுவனும் சோதனையாளனுகவே உள்ளான். ஏன் செயல்கள் நேரிடுகின்றன என்பதை அறிவதில் அவன் விடுப்புடன் (Curious) உள்ளான்; தன்னுடைய கருத்துக்களைச் சோதிக்கவும் விரும்புகின்ருன். பள்ளிக்கு வெளியிலும் சிறுவர்கள் எப்பொழுதும் சோதனைசெய்து கொண்டே உள்ளனர். பல இளைஞர்கள் தாம் வகுப்பறையில் கண்ட அநுபவங்களைச் சோதிக்கவும் அதற்கேற்ற துணைக்கருவியை அமைத்துக்கொள்ளும் வகையில் உதவி பெறுதலையும் விரும்புவர்.

இங்குக் குறிப்பிடப்பெற்ற பல துணைக்கருவிகளை அமைப்பதிலும் அவற்றைப் பின்னர் செய்யவேண்டிய சோதனைகளில் பயன்படுத்துவதற்கேற்றவாறு பயன்படும் கருவியுறைகளில் ஒன்ருகச் சேர்ப்பதிலும் மாணுக்கர் குழுக்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். பள்ளியில் ஒரு தொழிலகம் இருந்தால், அங்கு அறிவியல் தளவாடத்தை தனித்துறைச் செயல் திட்டங்களாக (Projects) அமைத்தலில் மாணுக்கர்களை அனுமதிப்பதில் அந்த ஆசிரியர் ஒத்துழைப்பினை நல்கலாம்.

அறிவியல் பயிற்றலின் தொழிலக ஆராய்ச்சி முறை மாநாடுகட்கு அடிப்படையாக :

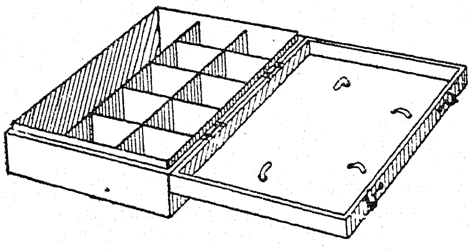
தொழிலில் இருந்துகொண்டுள்ள ஆசிரியர்கள் பயிற்சி பெறுவதில் தொழிலக முறை ஆய்வு மாநாடுதான் எங்கும் பெருவழக்காகப் பயன்படுத்தப்பெற்று நடைமுறையிலிருந்து வருகின்றது. இத்தகைய மாநாடுகள் அறிவியல் ஆசிரியர்கட்காக உலகின் பல பகுதிகளில் நடைபெற்று வருகின்றன. இவற்றின்மூலந்தான் இன்று ஆசிரியத் தொழிலில் பணியாற்றி வரும் ஆசிரியர்களின் பழக்கங்களில் மேம்பாடு காணச் செய்வதில் செல்வாக்கினைக் கொண்டு செலுத்தலாம்; அவர்களுடைய தற்கால நிலைமைகளையும் மாற்றியமைக்க வழிகோலலாம்.

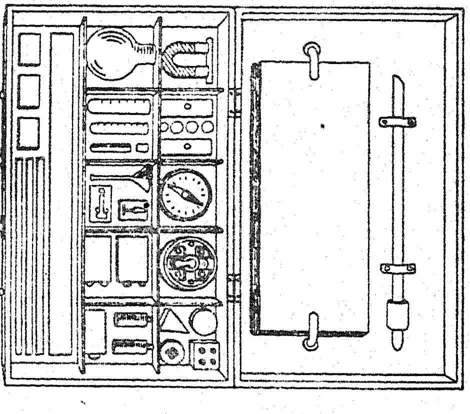
இந்தப் புத்தகம் அவர்கட்கு அறிவியல் பயிற்றும் முறைகள்பற்றிய கல்வி புகட்டுவதிலும், அவர்கட்கு ஆய்வகச் செய்முறையில் பயிற்சி அளிப்பதிலும் அடிப்படையாக இருந்து துணைபுரியக் கூடும்; இதனல் அந்த ஆசிரியர்கள் அப்போதைய ஏற்பாடாகத் துணைக்கருவியை அமைத்துக் கொள்வதில் மேற்கொள்ளப்பெறும் எளிய துறைநுட்பங்களில் நன்கு பயிற்சி பெறுகின்றனர். அதன் பிறகு அவர்கள் பணியாற்றும் பகுதியிலுள்ள ஏனைய ஆசிரியர்கட்கும் அவர்களைக் கொண்டு பயிற்சி தருவதில் அவர்கள் ஊக்குவிக்கப்பெறுகின்றனர்.

இரவலாக வழங்கப்பெறும் எளிய அறிவியல் பயிற்றும் பெட்டிகளை அமைப்பதில் அடிப்படையாக :

பல்வேறு அறிவியல் பாடப் பகுதிகளைப் பயிற்றுவதற்குத் தேவையான எளிய தளவாடத்தை அமைப்பது ஒவ்வொரு பள்ளியின் குறிக்கோள் நிலையாக இருந்தாலும், நிதிக் குறைவின் காரணமாகவோ அல்லது நேரம் போதாக் காரணமாகவோ இஃது எப்பொழுதும் செய்யக் கூடியதாக இருப்பதில்லை. சோதனைகள் செய்வதற்காக எளிய தளவாடம் கொண்ட கருவியுறைகளை (Kits) ஒன்று சேர்ப்பது அடுத்த திட்டமாகும். ஒவ்வொரு கருவியுறையும் இறுக்கமாகப் பூட்டிக் கொள்ளும் கீலுடன் கூடிய மூடியைக்கொண்டதும் நீடித்து உழைக்கக்கூடியதுமான பெட்டியில் ஒன்று சேர்க்கப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு இந்தக் கருவியுறைகள் ஒரு மையமான பள்ளியில் சேகரஞ் செய்யப்பெற்று அருகிலுள்ள பள்ளிகளில் பணியாற்றும் ஆசிரியர்களுக்கு நூலகத்தின் நூல்களை இரவலாக வழங்கும் முறையைப் போலவே ஒருமுறையில் இரவலாக வழங்கப் பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு கருவியுறையும் அப்பெட்டியிலுள்ள பொருள்களின் பட்டியலையும் சோதனைகளைச் செய்வதற்கான வழிகாட்டும் குறிப்புக்களையும் கொண்டுள்ளது.

இத்திட்டம் இவ்வாறு செயற்படுகின்றது: மையமாகவுள்ள பள்ளியொன்றில் கருவியுறைகள் அமைக்கப்பெற்றுச் சேகரம் செய்திருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். அந்தப் பள்ளியிலுள்ள ஆசிரியர்கள் அந்தக் கருவியுறைகளை ஒழுங்கான முறையில் வைத்துக் கொள்வதிலும் அதற்குத் தேவையான பதிவேடுகளை அமைத்துக் கொள்வதிலும் பொறுப்பேற்றுக் கொள்வர். ஒவ்வொரு கருவியுறைக்கும் அட்டையொன்று தயாரிக்கப்பெறுதல் வேண்டும். X என்ற பள்ளியிலுள்ள ஓர் ஆசிரியர் அடுத்த வாரத்தில் 'காந்தம்' பற்றிய பகுதியில் ஓர் அலகினைக் (Unit) கற்பிக்கப் போவதாகக் கருதுவோம். அவர் இந்தக் கருவியுறைகள் வைக்கப்பெற்றுள்ள பள்ளிக்குச் சென்று அங்கு இதற்கெனவுள்ள அட்டையொன்றில் தனக்கு காந்தம்பற்றிய கருவியுறை எப்பொழுது தேவை என்பதையும், தான் அதனை எந்த நாளில் திருப்பித்தரக் கூடும் என்பதையும் விவரமாக நிரப்பித் தருவார். கருவியுறைகட்குப் பொறுப்பாகவுள்ள ஆசிரியர் அந்த அட்டையினை வாங்கி. கருவியுறை அட்டையில் அந்த ஆசிரியரின் பெயர், அவர் பணியாற்றும் பள்ளி முதலியவற்றை தேதிகளுடன் குறித்துக் கொள்வார். அதன் பிறகு அக்குறிப்பிட்ட கருவியுறை அவ்வாசிரியரிடம் தரப்பெறுகின்றது; அவர் அதனைத் தன் வகுப்பறைப் பயனுக்காக எடுத்துக்கொண்டு செல்லுகின்றார். குறிப்பிட்ட பாடத்தின் இறுதியில் கருவியுறையிலுள்ள பொருள்களைப் பட்டியலுடன் வைத்துச் சரிபார்க்கப்பெறுகின்றது; ஏதாவது பொருளொன்று உடைபட்டிருந்தால் அஃது அட்டையில் குறிக்கப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு அந்தக் கருவியுறை சேமிக்குமிடத்தில் சேர்க்கப்பெறுகின்றது.





இத்தகைய எளிய தளவாடக் கருவியுறைகளை நூலகம்போல் ஒன்று சேர்க்கும் செயல் திட்டத்தை (Project) பல முறைகளில் மேற்கொள்ளப்பெறலாம். தொழிற் பள்ளிகளில் பயிலும் மாணாக்கர்களைக் கொண்டு மேற்குறிப்பிட்ட கோலத்தில் (Pattern) பெட்டிகளைச் செய்விப்பது ஒரு முறையாகும். கருவியுறைகள் ஒரு மையமான இடத்தில் ஒன்று சேர்க்கப்பெறலாம்; அல்லது ஒவ்வொரு ஆசிரியரும் தன் வகுப்புடன் சேர்ந்து கூட்டுறவு முறையில் ஒன்றுசேர்ப்பதிலும் ஒரு பயிற்றும் கருவியுறைக்குத் தேவையான பொருள்களை ஆக்குவதிலும் உள்ள பொறுப்பினை மேற்கொள்ளலாம்.

ஓர் ஆசிரியர் பயிற்சிக் கல்லூரியில் பயிற்சி பெறும் மாணாக்கர்களை ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியிலுள்ள பள்ளிகளுக்காகக் கருவியுறைகளை அமைக்கும் செயல் திட்டங்களை மேற்கொள்ளச் செய்து அவற்றை நிறைவேற்றுவிப்பது மற்றொரு முறையாகும்.

அறிவியல் கழகச் செயல்களில் மூலமுதல் நூலாக :

அறிவியல் கழக உறுப்பினர்களுக்குப் பயனுடைய செயல் திட்டங்களையும் செயல்களையும் தருவது அக்கழகத்தைத் தொடங்கி நடத்துவோருக்கு ஒரு பெரிய பிரச்சினையாகவே இருந்து வருகின்றது. இந்தப் புத்தகத்தில் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள பல செயல் திட்டங்களும் சோதனைகளும் எல்லா வயது நிலைகளிலுமுள்ள இளைஞர்கட்கு அறிவியல் கழகச் செயல் திட்டங்களாக அமைவதற்கு மிகவும் பொருத்தமாகவுள்ளன.

பல நாடுகளுக்கும் அறிவியல் பொருள்கள், செயல்கள் இவற்றிற்கு ஒரு மாதிரிக் கோலமாக அமைவதில்:

எந்த உள்ளூர் நிலைமைக்கும் ஏற்பப் பயன்படுத்திக்கொள்வதற்கேற்றவாறு இப்புத்தகத்தில் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள பொருள்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்றுள்ளன. இப்புத்தகத்தின் அமைப்பும் வடிவமும் அதற்கேற்றவாறு திட்டமிடப்பெற்றுள்ளன. நூற்பொருள்களையும் எளிய கோட்டு ஓவியங்களையும் எளிதாக எவரும் திருப்பி அப்படியே தரலாம்.

எளிய தளவாடத்தை அமைப்பதற்குத் தேவையான கைக்கருவிகள்

தொடக்க அறிவியல் அல்லது பொது அறிவியல் பயிற்றப்பெறும் ஒவ்வொரு பள்ளியிலும் எளிய தளவாடத்தை அமைப்பதற்குத் தேவையான தொழில்பயில் பலகை (Work-bench) யொன்று இருத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது. ஒரு பழைய மேசை இதற்குப் போதுமானது. இத்தகைய தொழில்பயில் பலகை அமைப்பதற்குரிய இடம் இல்லையாயின், ஒரு சில சொரசொரப்பான பலகைகளைத் தக்க அளவு நீளத்தில் வெட்டிப் பள்ளிச் சாய்வு மேசையின்மீது அமைத்துக் கொள்ளலாம்; இதனால் மேசையின் மேற்புறம் வெட்டுப் படாமல் காக்கப்பெறும். அத்தகைய பலகைகளின் அடியில் துணியை அமைத்து மெத்தெனச் செய்து கொள்ளலாம். தொழில் பயில் பலகையில் சுத்திக்கும் வாளுக்கும் (இரம்பம்) ஓர் இடம் இருக்கும். வண்ண வேலையை மேற்கொள்ள நேரிடும்பொழுது பழைய செய்தித் தாள்களைத் தரையில் பரப்பித் தரையை மாசு படியாவண்ணம் காக்கலாம்.

அடியிற் குறிப்பிடப் பெற்றுள்ளவை எளிய தளவாடத்தை அமைப்பதற்குத் தேவையான அடிப்படைக் கைக் கருவிகளின் பட்டியலாகும் :

சுத்திகள்
திருப்புளிகள்
குறடுகள்
சிறிய மரவாள்
உலோக வாள்
சிறிய இழைப்புளி
மர உளி
நெருக்க உதவும் கருவி
துளையிடுங் கருவி

தகடு வெட்டும் கத்தரிக்கோல்
உருட்டு அரம்
முப்பட்டை அரம்
தட்டை அரம்
ஜாக்-கத்தி
மீட்டர் கோல்
கண்ணாடி வெட்டி
முகடுசீவும் இரம்பம்
தகரக் கலம் திறக்கும் கருவி

துணிவெட்டும் கத்தரிக் கோல்
சிறிய பிடிசாவி
பளுவான இரும்புத் துண்டு (பட்டறை)
உப்புத்தாள்
நறுக்குக் கத்தி
உருக்குக் கம்பி
தோல் துளையிடு கருவி
(உலோகங்களை ஒட்டவைக்கும்) பற்றுசு
திருகுக் குறடுகள்

பொருள்களும் தருவித்த பொருள்களும்

எளிய தளவாடம் அமைத்தற்குரிய பொருள்கள் இடத்திற் கேற்றவாறும் வகுப்பிற்கேற்றவாறும் மாறும். எனினும், சில அடிப்படைப் பொருள்களைக் குறிப்பிடுவதும் அவை எங்கிருந்து பெறலாம் என்பதைக் குறிப்பிடுவதும் இயலக் கூடியவையே.

வீட்டிலிருந்து

பல்வேறு அளவுகளில் பழைய தட்டுக்கள்
தட்டங்கள் (Basins)
மேசைக் கரண்டிகள், தேக் கரண்டிகள்
கிண்ணங்கள், சிறு தட்டுக்கள்
தோட்ட வேலைக் கருவிகள்
கைக் கருவிகள்
மைக் கலன்கள்
கண்ணாடி டம்ளர்கள்
சீப்புக்கள்
உப்புக் கலக்கிகள்
சோப்பு
தீய்ந்த மின் குமிழ்கள்
மை கம்பியாலான கோட்டுத் தொங்கிகள்
உணவு கொள்ளும் தட்டுக்கள்
சாறுண்ணும் சிறு தட்டுக்கள்
பல்வேறு அளவுகளிலும் வடிவங்களிலும் போத்தல்கள்
பழ சாடிகள்
மலர்த் தொட்டிகள்
ஆடை இடுக்கிகள்
பழைய நடையன்களிலுள்ள மிருதுவான தோல்
பால் போத்தல்கள்
நூல் உருளைகள் (மரம்)
பழைய கடிகாரங்கள்
சவரவாள் அலகுகள்
பழைய மின்சார சாதனங்கள்
இசைக் கருவிகள்
மூடியுடனும் மூடியில்லாததுமான தகரக் கலன்கள்
பல்வேறு அளவுகளிலும் வடிவங்களிலும் கண்ணாடி சாடிகள்
பல்வேறு துணிவகைகள்
மென் மயிர்
செய்தித் தாள்கள்
காகிதப் பைகள்
தேய்ந்துபோன பல் தூரிகைகள்
உணவு கொள்ளும் மேசையின் மீது போடும் பழைய தக்கைப் பாய்கள்
பிளாஸ்டிக் கிண்ணங்கள்
பழைய பேனாக்களினின்றும்
அலுமினிய, பிளாஸ்டிக் குழல்கள்
பால் போத்தலின்மீதுள்ள அலுமினிய மூடிகள்

இரும்புக் கடையிலிருந்து

ஆணிகள் - பல வகை
பெரிய ஆணிகள் - பலவகை
மரையாணிகள் - பலவகை
போல்ட்டுகள், சுரைகள் - பலவகை
திருகு கண்கள்
சுருள் வில்கள்
அளக்கும் நாடா
மீன் தூண்டில்
நாதாங்கிகள் - பலவகை
சமுக்காளக் கயிறு
ஓவியக் குண்டூசிகள்
மென் கயிறு, முறுக்கு நூல்
சன்னக் கயிறு
ஆடிகள்
கண்ணாடிச் சாடிகள் - பலவகை
சாளரக் கண்ணாடி
திருகாணியை உறுதியாகப் பொருத்தும் வளையம்
கொக்கிகள் - பலவகை
மின்சாரக் கைவிளக்கு, குமிழ்கள்
உலோகத் தகடு
உலோகக் கோல்கள்
வெப்பநிலைமானிகள்
முட்டை கலக்கும் கருவி
மெழுகு வத்திகள்
சிறிய கழுவு - தொட்டி
திரைக் கோல்கள்
திசை காட்டி
மண்ணெண்ணெய் விளக்குகள்
விளக்குக் கண்ணாடி
லாந்தர் கோளங்கள்
கம்பி வலை
தக்கைகள்
உலோக, பிளாஸ்டிக் புனல்கள்
இரப்பர்க் குழல்
உலோகக் குழல்
தையல் ஊசி
கோணி ஊசி
பின்னல் ஊசி
இரச மட்டம்
உப்புத்தாள்
கப்பிகள்
சுழலும் பக்கிள்கள்
எஃகுக் கம்பி
கோந்து, சிமிட்டி
பித்தளை, தாமிர, இரும்புக் கம்பிகள்
கைக் கருவிகள்
வண்ணப் பூச்சு
மினுக் கெண்ணெய்
மின்சாரக் கைவிளக்கு
வெட்டும் வாள் அலகுகள்
கத்தரிக்கோல்
பெரிய கத்திரிக் கோல்கள்
உலோக, மர உருண்டைகள்
கலத்தட்டு
எண்ணெய்க் குவளைகள்
எண்ணெய்
தகர அலுமினியக் கிண்ணங்கள்
பைரெக்ஸ் தட்டுகள், போத்தல்கள்
சிறு சாமணங்கள்
ஆணிப்பிடுங்கி
சல்லடை
சாராய விளக்குத் திரி
கல்நார்ப் பாய்கள்
பாட்டரி சாடிகள்
குண்டூசிகள்
கப்பிக் கொத்து
ஜாக் திருகு
வெப்பம் காக்கும் போத்தல்கள்

தானியங்கி பழுது பார்க்கும் கடையிலிருந்து

பழைய இரப்பர் டயர்கள்
பழைய இரப்பர் உட்குழல்கள்
உட் குழல்களின் வால்வுகள்
பயன்படுத்திய மின்சார சேமக் கலன்கள்
பாட்டரி அமிலம்
பழைய கார்களிலிருந்து உடைந்து சிதறு கண்ணாடி
தீப்பொறி உண்டாக்கும் முளை
அம்மீட்டர்
கார்ப்பரெட்டர்
உருகு கம்பிகள்
முகப்பு விளக்குகளிலுள்ள குழிவான ஒளி திருப்பிகள்
எண்ணெய்ப் பம்பு
மின்சார மோட்டார்
மின்னாக்கப்பொறி
இணைந்து சுழலும் பற்சக் கரங்கள் (சக்கரம் சுழல்வதற்கான)
கோளத் திரளமைப்பு
இருக்கையின் கீழுள்ள சுருள் வில்கள்
வேகமானியிலுள்ள காந்தம்
முகப்பு வில்லைகள்
முகப்பு விளக்குக் குமிழ்கள்
கைக் கருவிகள்
உலோகக் குழல்
பழைய சுருள்களிலுள்ள கம்பி
தீப்பற்று சுருள்
பொறி
பின்பார்வை ஆடி
பக்க ஆடி
பயன்படுத்திய எண்ணெய்

வானொலிப் பெட்டி பழுதுபார்க்கும் கடையிலிருந்து

வானொலிப் பெட்டிகள்
பழஞ் சுருள்களிலுள்ள கம்பி
மின் மாற்றிகள்
பழைய வானொலிக் குழல்கள்
மின் கருவிகள்
சுருள்கள்
மின் மாற்றியின் உள்ளகங்கள்
மின் தங்கிகள்
தடை மாற்றிகள்
பற்றுசு
உலோகத் தட்டுக்கள்
பழம் பெட்டிகளிலுள்ள பிளாஸ்டிக்கு

உணவு விற்பனைக் களத்திலிருந்து

அம்மோனியா
சமையல் மாவு
சமையல் சோடா
சலவைச் சுண்ணும்பு
நீலம்
கூலத் தேம்பாகு
பேதி உப்புக்கள்
நெருப்புக் குச்சிகள்
கனிம எண்ணெய்
பாரஃபின் மெழுகு
தேன் மெழுகு
முத்திரை அரக்கு
மரப்பொருள்
கயிறு
சருக்கரை
காகிதப் பைகள்
சோற்றுப்பு
மர எண்ணெய்
புளிக்காடி
பெட்டிகளிலுள்ள பலகைகள்
அட்டைப் பெட்டிகள்
மரப் பெட்டிகள்
தகரக் கலன்கள்
ஊன் பசை
சமையல் எண்ணெய்
பன்றிக் கொழுப்பு
விதைகள்

மர வாணிகக் களத்திலிருந்து

கல்நார் அட்டைகள்
பலகைகள்
இரும்புச் சரக்கு
காப்புறையாகப் பயன்படும் பொருள்கள்
ஒட்டுப்பலகை
அமுக்குப் பலகை
கயிறு
வண்ணப்பூச்சு
மினுக்கெண்ணெய்
கம்பித் திரை
இரம்பத்தூள்
சுண்ணும்பு
சிமிட்டி
செங்கல்
உடைந்த வடிகால் குழல்கள்
உருளை வடிவமான இரும்பு மரக்கோல்
மரத் துண்டுகள், பட்டகங்கள்

பொறி பட்டறையிலிருந்து

(சக்கரம் சுழல்வதற்கான) கோளத்திரளமைப்பு
இணைந்து சுழலும் பல் சக்கரங்கள்
இரும்புத் தகடு
பித்தளைத் தகடு
தாமிரத் தகடு
பித்தளை இரும்புக் கோல்கள்
இரும்பு அரத்தூள்கள்
பயனற்ற தென்று கழிக்கப் பெற்ற இரும்புத் துண்டுகள்

மருந்துக் கடையிலிருந்து

அகர்
தாமிர சல்ஃபேட்டு
கனிமஎண்ணெய்
சேக்கரின்
ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம்
நைட்டிரிக் அமிலம்
சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு
வெள்ளி நைட்ரேட்டு
முதலுதவிப் பெட்டி
செல்லோஃபேன்
மாட்டிறைச்சிச் சாரம்
பாதிமருந்துக் கலங்கள்
இரப்பர் விரிப்பு
கந்தகத் தூள்
போரிக் அமிலம்
மாங்கனீஸ்-டை-ஆக்ஸைடு
ஒட்டும் நாடா
வெப்ப நிலைமானிகள்
சாயங்கள்
மை
அயோடின்
சலவைக்கல் துண்டுகள்
மருந்து சொட்டும் கண்ணுடிக் குழல்கள்
சவரக் கண்ணுடிகள்
கண்ணுடிக் குழல்கள்
இரப்பர் மூடிகள்
மருந்துப் புட்டிகள்
பெப்டோன்
கடற்பஞ்சுகள்
சோதனைக் குழல்கள்
லிட்மஸ் தாள்
பொட்டாசியம் குளோரேட்டு
பாரிஸ் காரை (உறை களி)

மூக்குக் கண்ணுடிக் கடையிலிருந்து

பழைய ஒளிப்படப் பெட்டிகள்
பழைய மூக்குக் கண்ணுடி வில்லைகள்
வில்லைகள்
படிக்கும் கண்ணுடி வில்லைகள்

ஈயத் தொழிலாளியிடமிருந்து

பயனற்றதென்று கழிக்கப் பெற்ற இரும்பு, ஈயக் குழல்கள்
பழைய குழாயின் திருகு பிடிகள்
உலோகத் தகடு
இரப்பர் உறிஞ்சும் கிண்ணம்

மின்சார சாமான் கடையிலிருந்து

உலர்ந்த மின்கலங்கள்
மின் குமிழ்கள்
காப்புறைக் கம்பி
சொடுக்கி (ஸ்விட்சு)
விளக்குக் கூடுகள்
காப்புறை நாடா
மின்சார அளவு கருவிகள்
பழைய மின்சாரச் சாதனங்கள்
சிறிய விளக்குக் கூடுகள்
மின்சார ஒளிக்கருவி
மின்சார மணி
அமுக்குப் பொத்தான்கள்
சூடாக்கும் தனிமங்கள்
திசை காட்டி

விளையாட்டுச் சாமான் விற்பனைக் களத்திலிருந்து

சுழல் வேகமானிகள்
சலவைக்கல் கோலிகள்
சிறு பார வண்டிகள்
மேசைப் பூப்பந்து ஆட்டப் பந்துகள்
பொறியமைப்பு விளையாட்டுக் கருவிகள்
வண்ணச் சுண்ணும்புக்காம்புகள்
நீராவிப்பொறி
நீராவிச் சுழலிகள்
மின்சார விளையாட்டுக் கருவிகள்
விளையாட்டு இசைக் கருவிகள்
இரப்பர்ப் புகைக் கூண்டுகள்
இரப்பர்ப் பந்துகள்
பிளாஸ்டிக் விளையாட்டுக் கருவிகள்
உதைபந்து பம்பு அடாப்டர்கள்

மிதிவண்டி பழுதுபார்க்கும் கடையிலிருந்து

பழைய மிதி வண்டிச் சக்கரங்கள்
மிதிவண்டிச் சக்கர ஆரக் கம்பிகள்
மிதி வண்டிச் சக்கர உட் குழல்கள்
டயர் வால்வுகள்
பல்சக்கரம்
மிதி வண்டிப் பம்பு
கைப்பிடிச் சட்ட இரப்பர்ப் பிடிகள்
மிதி வண்டி விளக்கு

துணி வாணிகக் களத்திலிருந்து

பட்டு, பருத்தி, கம்பள, லினென் துணிவகைகள்
செயற்கை முறைத் துணி வகைகள்
பருத்தி, பட்டு, லினென்-நூல் வகைகள்

பள்ளியிலிருந்து

காகித அட்டை
மையொற்றித்தாள்
மை
வண்ணச் சுண்ணும்புக் காம்புகள்
அழிப்பான்கள் (இரப்பர்)
தீய்ந்து போன மின் குமிழ்கள் தாள்
எண்ணெய்
சீமைச் சுண்ணும்புக் காம்பு
உருகு கம்பிகள்
காகித கைக் குட்டைகள்
பென்சில்கள்
சீமைச் சுண்ணும்புக் காம்புப் பெட்டிகள்
கோந்துடைய பெயரொட்டுச் சீட்டுகள்
கோடு வரைய உதவும் உருட்டுக் கழிகள்
கோளங்கள்
தேசப்படங்கள்
இரப்பர்ப் பட்டைகள்

பல்வகைப் பொருள்கள்

இரும்புக் குழல்கள்
காகித அட்டை
மையொற்றித்தாள்
பழைய கைக்கடிகாரம், கடிகாரச் சுருள் வில்கள்
சிறு சுருட்டுத் தகரக் கலன்கள்
தகர, அலுமினியத் தகட்டுச் சுருள்கள்
பழைய உருளைக் கட்டைகள்
நிலக்கரி, மரக்கரி
தொலைபேசி - அனுப்பும் ஏற்கும் கருவிகள்
தொலைபேசி காந்தங்கள்
காந்தக் கல்
டென்னிஸ் பந்துகள்

உள்ளூரிலிருந்து திரட்டிய பல்வகைத் தொகுதிகள்

விதைகள், பழங்கள்
இலைகள்
தாவரங்கள்
பறவைக் கூடுகள்
பாறைகள், கனிப்பொருள்
மண் வகைகள்
தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள்
பூச்சி வகைகள்

உள்ளுறை

			பக்கம்
இயல் 1 :	பொது அறிவியல் பயிற்றலைப்பற்றிய சில கருத்தேற்றங்கள் :		
A.	பொது அறிவியல்	...	1
B.	அறிவியல் ஆசிரியர்	...	7
C.	சிறுவர்கள் அறிவியல் கற்கும் முறை	...	10
D.	அறிவியல் பயிற்றுவதற்குரிய மூலவளங்கள்	...	15
E.	அறிவியல் பயிற்றலுக்குரிய வாய்ப்புத்திறங்கள்	...	20
இயல் 2 :	சில பொதுவான தளவாடப் பொருள்கள் அமைக்கும் முறை :		
A.	நிறுக்கும் பொறி அமைப்புக்கள்	...	22
B.	வெப்ப மூலங்கள்	...	27
C.	வேறு பயனுள்ள பொருள்கள்	...	29
இயல் 3 :	செடியினப் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :		
A.	வேர்கள்	...	37
B.	தண்டுகள்	...	39
C.	இலைகள்	...	41
D.	மலர்கள்	...	45
E.	விதைகள்	...	47
F.	பாக்டீரியா (நுண்கிருமி)	...	49
G.	பூஞ்சக் காளான்கள்	...	52
H.	காடிச் சத்து	...	53
I.	நிலமின்றித் தாவரங்களை வளர்த்தல்	...	54
J.	எளிய தோட்டவேலை	...	54
இயல் 4 :	பிராணியினப் படிப்பிற்குரிய முறைகளும் பொருள்களும் :	...	55
இயல் 5 :	பாறைகள், மண்கள், தாதுப் பொருள்கள், தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் இவற்றின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :		
A.	பாறைகளும் தாதுப் பொருள்களும்	...	66
B.	செயற்கையான பாறைகள்	...	68
C.	தனிமங்களும் கூட்டுப் பொருள்களும்	...	69
D.	ஒரு மாதிரி - எரிமலையை அமைத்தல்	...	69
E.	மண்	...	70
F.	தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள்	...	74

பக்கம்

இயல் 6 : வான நூல்பற்றிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. விண்மீன்களை உற்றுநோக்கல் ... 76
B. ஞாயிறும் விண்மீன்களும் ... 79
C. ஞாயிற்று மண்டலத்தையொட்டிய சோதனைகள் ... 82
D. பூமியுடன் தொடர்புள்ள சோதனைகள் ... 83
E. மதியுடன் தொடர்புள்ள சோதனைகள் ... 87

இயல் 7 : காற்று, காற்றின் அமுக்கம் இவற்றின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. காற்று எங்குக் காணப்பெறலாம் என்பதைக் காட்டுதல் ... 89
B. காற்று வெளியை (Space) அடைக்கின்றது என்பதைக் காட்டுதல் ... 89
C. காற்றிற்கு எடை உண்டு என்பதைக் காட்டுதல் ... 91
D. காற்று அமுக்கத்தைத் தருகின்றது என்பதைக் காட்டுதல் ... 91
E. காற்றின் அமுக்கத்தை அளத்தல் ... 94
F. பம்புகள் எங்ஙனம் காற்றின் அமுக்கத்தினைப் பயன்படுத்துகின்றன என்பதைக் காட்டுதல் ... 98
G. வடிகுழல்கள் (Siphons) காற்றின் அமுக்கத்தை எங்ஙனம் பயன்படுத்துகின்றன என்பதைக் காட்டுதல் ... 100
H. அமுக்கப்பெற்ற காற்றின் சில விளைவுகளைக் காட்டுதல் ... 101
I. காற்றின் அமுக்கத்தைக் குறைத்திடுவதால் சில விளைவுகளைக் காட்டுதல் ... 102
J. மானிட உடலிலுள்ள காற்று ... 104
K. காற்றின் சில வேதியியல் விளைவுகளை ஆராய்தல் ... 105
L. காற்றோட்டங்களைக் கொண்டு சோதனைகள் ... 109

இயல் 8 : வானிலைப் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. வானிலைக்கருவிகளையும் வானிலை நிலையத்தினையும் இயற்றுதல் ... 112
B. காற்றுகளும் வானிலையும் ... 119
C. காற்றினுள் எங்ஙனம் ஈரம் சென்றடைகின்றது? ... 122
D. காற்றினின்றும் ஈரம் எப்படி வருகின்றது? ... 124

இயல் 9 : நீரின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. நீரின் சேர்க்கை வீதம் (Composition) ... 127
B. நீர் எங்ஙனம் தூய்மையாக்கப் பெறுதல் கூடும்? ... 129
C. வன்னீரும் மென்னீரும் ... 130
D. அமைதி நிலைமையிலும் இயக்க நிலையிலும் நீர் ... 132
E. ஆழ்தலும் மிதத்தலும் ... 137
F. திரவ மேற்பரப்புக்கள் ... 143

பக்கம்

இயல் 10 : பொறிகளைப்பற்றிய படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. நெம்புகோல், உருளையும் அச்சும், கப்பி ... 148

B. சாய்தளம், திருகு, ஆப்பு ... 152

C. பொறிகளைப் பயன்படுத்துவதால் எங்ஙனம் வேகம் அதிகரிக்கப்படுகின்றது ? ... 153

D. விசைகளின் திசையினை மாற்றுவதற்குப் பொறிகள் எங்ஙனம் பயன் படுத்தப்பெறுகின்றன ? ... 154

E. உராய்வினைப் பயன்படுத்தலும் அதனை அடக்கி ஆள்தலும் ... 155

இயல் 11 : விசைகள் சடத்துவம் இவற்றின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள் களும் :

A. சமனிலை ... 158

B. ஈர்ப்பு ஆற்றலைக்கொண்ட சோதனைகள் ... 160

C. மையம் விட்டோடும் விசை ... 165

D. சடத்துவம்பற்றிய சோதனைகள் ... 168

E. விசையும் இயக்கமும் ... 170

இயல் 12 : ஒலிபற்றிய படிப்பிற்குரியச் சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. ஒலி எவ்வாறு உண்டாக்கப்பெற்றுச் செலுத்தப்பெறுகின்றது ? ... 173

B. ஒலியும் இசையும் ... 179

C. ஒலியைப் பதிவு செய்தலும் திரும்பவும் ஒலிக்கச் செய்தலும் ... 182

இயல் 13 : வெப்பப் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. வெப்பத்தினால் விரியும் விளைவு ... 188

B. வெப்பநிலை ... 191

C. வெப்ப இடமாற்றம் ... 194

D. உருகுதலும் கொதித்தலும் ... 202

E. வெப்பப் பொறிகள் ... 207

இயல் 14 : காந்தத் தன்மையின் படிப்புபற்றிய சோதனைகளும் பொருள்களும் : ... 211

இயல் 15 : மின்சாரப் படிப்புபற்றிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. நிலை மின்சாரம் ... 223

B. எளிய மின்கலன்களும் மின்சுற்றுக்களும் ... 230

C. காந்தத் தன்மையும் மின்னாற்றலும் ... 240

D. மின்னாற்றலினின்று வெப்பமும் ஒளியும் ... 255

E. மின்சாரமும் வேதியியலும் ... 260

பக்கம்

இயல் 16 : ஒளி படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. ஒளி நேர்க்கோட்டில் செல்கின்றது ... 266

B. ஒளித் திருப்பம் ... 267

C. ஒளி விலகலும் (Refraction) அதன் பயன்களும் ... 274

D. நிறம்பற்றிய சோதனைகள் ... 281

E. ஒளியியல் பிம்பம் வீழ்த்தல் ... 285

இயல் 17 : மானிட உடல்பற்றிய படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும் :

A. எலும்புகளும் தசைகளும் ... 289

B. உங்கள் புலன்கள் ... 290

C. மானிட உடலின் சில உள்ளுறுப்புக்கள் ... 293

இயல் 18 : ஆசிரியருக்கான சில பயன்படும் குறிப்புக்கள் : ... 296

இயல் 19 : அறிவியல் பயிற்றலில் சில புதிய போக்குகள் : ... 313

பின்னிணைப்பு A :

அறிவியல் ஆசிரிய நூலகத்து நூல்கள் ... 321

பின்னிணைப்பு B :

அறிவியல் பயிற்றலுக்கும் அறிவியல் கழக நூலகங்களுக்கும் உரிய பருவ வெளியீடுகள் ... 324

பின்னிணைப்பு C :

பாறைகளும் தாதுப் பொருள்களும் : ... 330

அட்டவணை 1 எடைகளும் அளவைகளும் ... 333

அட்டவணை 2 விண்மீன்களும் கோள்களும் ... 336

அட்டவணை 3 தனிமங்களின் அணு-எண்கள் ... 339

அட்டவணை 4 அடர்த்திகள் ... 342

அட்டவணை 5 வெப்பமாறிலிகள், வெவ்வேறு அளவுகளில் சம மதிப்புள்ள வெப்ப நிலைகள் ... 343

சென்டிகிரேடிலிருந்து பாரன்ஹீட்டுக்கு மாற்று அளவுத்திட்டம் ... 344

அட்டவணை 6 ஒப்பு ஈர்ப்பதன் (சதவீதம்)—°F ... 345

அட்டவணை 7 வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் பாதரசத்தின் மில்லி மீட்டர்களில் நிறைநிலை நீராவியின் அழுக்கம் ... 347

அட்டவணை 8 கிரேக்க நெடுங்கணக்கு ... 348

அட்டவணை 9 மடக்கைகள் ... 349

இயல் 1

பொது அறிவியல் பயிற்றலைப்பற்றிய சில கருத்தேற்றங்கள்[1]

A. பொது அறிவியல்

அஃது என்ன ?

முதல்நிலைப் பள்ளிகளில் சிறுவர்கள் சாதாரணமாக ‘அஃது என்ன?’ என்று தொடங்குவது போன்ற வினாக்களுக்கு எளிய விடைகள் தேடுகின்றனர். முதலாவதாக, ஒரு காலத்தில் நினைத்ததுபோல் அறிவியல் என்பது, ஏராளமான பொருள்கள் அல்ல. அது கருங்கல், ஒரு பழைய குளவிக்கூடு, மரவகையின் கொட்டை அல்லது மணி உருவப் பூ வகை என்பன போன்ற பொருள்களைப்பற்றி வரிசையாக அமையும் பொருட் பாடங்களும் அன்று. அதைப் போல் முயன்று தவறிக் கற்பதன்று; வெட்டுக்கிளியின் உறுப்புக்கள், பூவின் பகுதிகள் போன்றவற்றைக் கற்றுக் கொள்வதுபோல் கற்றுக் கொள்வது மன்று; 20 மரங்கள், 20 பூச்சிகள், 20 மலர்கள் அல்லது இவைபோன்ற வேறு 20 பொருள்கள் ஆகியவற்றை அவை இவை என்று இனங் கண்டு கொள்ளுவது மன்று.

ஆயின், அறிவியல் என்பது என்ன ? எங்கெங்கெல்லாம் சிறுவர்கள் வாழ்கின்றனரோ அங்கங்கெல்லாம் அவர்கள் காணும் புதிர்களைப்பற்றி ஆராய்தலே அது. வரையறைப்படுத்திக் கூறின், அஃது இயற்கைச் சூழ்நிலையைப்பற்றி ஆராய்வதாகும்; அப்படியாயின் அது வேதியியல் (Chemistry), பௌதிக இயல் (Physics), உயிரியல் (Biology), வானியல் (Astronomy), நில உட்கூற்றியல் (Geology) போன்ற துறைகளின் பகுதிகளுமன்று. அதன் உள்ளுறைப் பொருள் அப்பாடங்களுடன் தொடர்பு கொண்டது; ஆனால் சிறுவர்கள் ஒரு நாளிலிருந்து அடுத்த நாள்வரை வாழ்ந்து வளரும் பொழுது அவர்களின் விடுப்புள்ள மனங்களில் எழும் புதிர்களைப்பற்றி ஆராய்வதே அது; அஃதாவது, காற்று வீசுவது எதனால் ? முகிலில் என்ன உளது ? கல் எதனால் செய்யப்பெற்றது ? மணி யடிக்கும்பொழுது என்ன நிகழ்கின்றது ? விதை மரமாவது எங்ஙனம்? வானவில்லை எது உண்டாக்குகின்றது ? என்பனபோன்ற வினாக்கள் அவர்களின் மனத்தில் எழுகின்றன. முதல் நிலைப்பள்ளி சிறுவர் சிறுமியர்களிடையே பணியாற்றிய ஒவ்வொருவரும் அச்சிறுவர்களில் பெரும்பாலோர் இத்தகைய வினாக்களை எழுப்புவர் என்பதையும் அவற்றுக்கு விடைகளை அறியவும் விழைகின்றனர் என்பதையும் அறிவர். எனவே, அத்தகைய வினாக்கட்கு விடைகள் காண்பதே அறிவியலாகும்.

அஃது அதிகத் துறைநுட்பமுடன் இருக்க வேண்டிய தேவையும் இல்லை. பத்து வயதுப் பாலனுக்குத் தேவையாக இருப்பது முழு விளக்கம் அன்று. அதனை அவன் புரிந்து கொள்ளவும் முடியாது. ஒவ்வொரு நாளும் அவனைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களில் எப்படி, எப்பொழுது, எங்கே, என்ன நேரிடுகின்றன என்பதுபற்றி எளிய துறைச்சொற்களில் ஒருவித அடிப்படையாக அமைவதே அதுவாகும். அதுவே அவனது அறிவியலுமாகும். அவனுக்குத் துறைச்சொற்கள் (technical terms), வாய்பாடுகள், விவரமான விளக்கங்கள் போன்றவை தேவை இல்லை. அவை பின்னர் வரலாம்; ஆனால், பத்து வயதுள்ளவனாக இருக்கும்பொழுது விடுப்புள்ள தனது போக்கிற்கேற்றவாறு மன நிறைவு கொள்வதையே பெரும்பாலும் அவன் விரும்புகின்றான். தன்னுடைய விடுப்பு விரிவடைய வேண்டும் என்றும், தன்

---

1 இந்த இயலிலுள்ள பொருள் முழுவதும் ‘தொடக்க நிலை அறிவியல் பயிற்றல்’, எண் - 4, 1948 அறிவிப்பு, நாட்டுப் புற, சிறு நகர்ப் பள்ளிகளில் அறிவியல் பயிற்றல்’, எண் - 5, 1949 அறிவிப்பு, என்ற இரண்டு சிறு புத்தகங்களைத் தழுவி அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. இவை இரண்டும் வாஷிங்க்டன் டி. சி. யைச் சார்ந்த கல்வித் துறை அலுவலகக் கூட்டாட்சிப் பாதுகாப்புக் குழு வெளியீடுகள். இவற்றின் ஆசிரியர்கள் முறையே டாக்டர் க்ளென் ஓ. ப்ளோ, டாக்டர் பால் பிலாக்வுட் என்பவர்கள்.

னுடைய கவர்ச்சிகள் வளர்க்கப்பெறல் வேண்டும் என்றும், தன்னுடைய உற்சாகங்கள் ஊக்குவிக்கப்பெறல்வேண்டும் என்றும் அவன் விரும்புகின்றான். அவ்வகைப்பட்ட அறிவியலே அவனுடன் பொருந்துகின்றது; அந்த அறிவியலையே அவன் கையாளவும் முடிகின்றது.

அஃது எங்குள்ளது?

முதல்நிலைப் பள்ளியில் அறிவியல் — அஃது எங்குள்ளது? பள்ளிச் சிறார்கள் இருக்கும் இடங்களிலெல்லாம் அஃது உள்ளது: அவர்கள் உயிர்க்கும் காற்றில், அவர்கள் பருகும் நீரில், அவர்கள் உண்ணும் உணவில் அதனைக் காணலாம் 'ஆக்ஸிஜன் என்றால் என்ன?', 'நீரினுள் கனிப் பொருள்கள் எங்ஙனம் செல்லுகின்றன?', 'விட்டமின் என்பது என்ன?' —இவையெல்லாம் அறிவியல்.

அவர்கள் பள்ளிக்கு வரும் வழியில் காணும் பொருள்களில் அறிவியல் உள்ளது: 'மின்சாரம் தெருவிலுள்ள ஊர்தியை எங்ஙனம் இயக்குகின்றது?', 'வேனிற் காலத்தில் என்னுடைய நாய் மூச்சு வாங்கும்பொழுது ஏன் நாக்கினைத் தொங்க விடுகின்றது?', 'வானம் நீல நிறமாக இருப்பதற்குக் காரணம் என்ன?'—இவையாவும் அறிவியலே.

அவர்களது வீடுகளிலும் அறிவியல் உள்ளது: 'நம்முடைய கதவிலுள்ள மணி எதனால் செயற்படுகின்றது?', 'எலுமிச்சைப் பழம் புளிப்பாக இருப்பது எதனால்?', 'நம்முடைய உலை நம் வீட்டை எங்ஙனம் சூடாக்குகின்றது?'—இவை யாவும் அறிவியலன்றோ?

பள்ளியிலும் அறிவியல் உள்ளது: 'தீ யணைப்பான் எங்ஙனம் தீயை அணைக்கின்றது?' 'குடிநீர்க் குழலில் துரு ஏறுவதற்குக் காரணம் என்ன?', 'நாம் எல்லோரும் ஏன் அம்மை குத்திக் கொள்ளவேண்டும்?'—இவை போன்றவை யாவும் அறிவியலே.

ஆகவே, நாம் கற்பிக்கும் சிறுவர்களையும் சிறுமிகளையும் சுற்றி அறிவியல் உள்ளது. அவர்கள் அதனைக் காணாமல் இருத்தல் இயலாது. சற்றுத் துணைபுரியின் அவர்கள் இன்னும் அதனை அதிகமாகக் காண்பர். சிறிதளவு உற்சாகம் அளித்தால் அவர்கள் அதன்பால் அதிக அக்கறையும் கொள்வர். அது பயன்படும் சாத்தியக் கூறுகளைக் கண்டு சிறுவர்கள் தம் சுற்றுப்புறச் சூழ்நிலையைப்பற்றிக் கற்றுக் கொள்ளுவதில் தமது திறமையைப் பயன்படுத்தித் துணை புரியவல்ல ஆசிரியருடன் சேர்ந்து அவர்கள் அறிவியலைப் பற்றி அதிகமாகக் கற்றுக் கொள்வர்.

அஃது என்ன செய்யக்கூடும்?

சரியான தகவலுள்ள மனிதர் மிகவும் கவர்ச்சிகரமானவர் என்பது பொதுவான உண்மையாகும்; சூழ்நிலையைப்பற்றிய சில தகவல் அத்தகைய சரியான தகவலுள்ள தனியாளாக ஆவதற்கு வேண்டிய சாதன வகைகளுள் ஒன்றாகும். இதிலிருந்து நாம் நம்முடைய மாணாக்கர்களிடையே கால்-பந்திற்குக் காற்றடிப்பதுபோல் தகவல்களை நிரப்புவதும், அவற்றை அவர்கள் உரையாடலில் சில இடங்களை மட்டிலும் நிரப்பிக் கொண்டு பயன் படுத்துவதும் ஆகும் என்பது பொருளன்று. நாம் அவர்களையே சில பொதுமைக் கருத்துக்களை அல்லது பொருள்களைக் கற்றுக் கொள்ளத் துணைசெய்ய விரும்புவதும் அவற்றை அவர்கள் தம் சூழ்நிலையிலுள்ள புதிர்களை விளக்கப் பொருள் கூறுவதில் பயன் படுத்துவதுமாகும் என்பதுவே அதன் பொருளாகும்.

இதனை எடுத்துக்காட்டால் விளக்கலாம்: அல்லி மலர்க் (lily) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மலர்கள் யாவும் சாதாரணமாக ஒரே நிறமுள்ள மூன்று புற இதழ்கள் (sepals), ஆறு மகரந்தக் கேசரங்கள் (stamens), ஒரு சூலகம் (pistil) முதலியவற்றைக் கொண்டுள்ளன. பத்து வயதுள்ள பாலன் இவற்றை நெட்டுருச் செய்யாமல் முழுமையான நல்ல அனுபவ அறிவு பெறுதல் கூடும். ஆனால், அவன் கூர்ந்து நோக்கி ஆராய்ந்து, 'தாவரங்களும் பிராணிகளும் ஒருசில சிறப்பியல்புகளை யொட்டிச் சில இனங்களாகப் பிரிக்கப் பெறுகின்றன; இந்தச் சிறப்பியல்புகளை அறிந்துகொள்வது அந்த உயிர்வாழ் பொருள் எந்தப் பெரிய இனத்தைச் சேர்ந்தது என்பதை அறியத் துணைசெய்கின்றது' என்று பல தாவரங்களைப்பற்றியும் பிராணிகளைப்பற்றியும் கற்றுக் கொள்வதாகக் கருதுவோம். இந்தப் பொதுமைப்பாடு அவனுக்குத் தான் காணுறும் தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் அடையாளம் கண்டு கொள்ளவும், அவற்றின் பழக்கங்களைப் பற்றி ஆராயவும், அவற்றின் துணை அல்லது தீங்குபற்றி அறுதியிடவும் இவை போன்ற வேறு முறைகளிலும் துணைசெய்தல் கூடும். கருத்துடன் ஆராய்வதன் மூலமும், உற்று நோக்கல் மூலமும் பல சிறிய கருத்துக்களை ஒரு பெரிய

கருத்தாக ஒன்றுசேர்ப்பதனாலும் அவன் இந்தப் பொதுமைப்பாட்டினை அறியமுடிகின்றது. எனவே, தமது அன்றாட வாழ்க்கையில் குறுக்கிடக்கூடிய பல புதிர்களுக்குப் பொருள் காணலில் பயன்படவல்ல பொதுமைப்பாடுகளைக் கற்பித்தல் அறிவியலின் ஒரு நோக்கமாகின்றது. எவ்வளவுக் கெவ்வளவு நாம் சிறுவர் சிறுமியரின் வாழ்வில் வேறுபாடுகளை விளைவிக்கவல்ல புதிர்களை ஆராய்வதில் அணுகிவருகின்றோமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அறிவியல் திட்டத்திலும் நெருக்கமாக அணுகுகின்றோம்.

நம்முடைய சிறுவர்களும் சிறுமியரும் குழம்பிய சிந்தனையாளர்களாக வளர்வதை நாம் விரும்புவதில்லை. ஆதி முதலில் அறிவியல் பொதுமைப்பாடுகள் எந்த முறையில் கண்டறியப்பெற்றனவோ அதே முறையிலேயே அவர்களும் சிந்திக்கும் பயிற்சியை அடைய வேண்டும் என்றே நாம் எதிர்பார்க்கின்றோம். அறிவியல் முறையில் சரியான விடையை அடைவதே அது என்று நாம் அதனை வழங்கலாம். இந்தக் கருத்தில் மிகப் புதிதாக ஒன்றும் இல்லை. எண்கணிதத்திலும் (Arithmetic)வேறு பாடங்களிலும் இதனைப் பல்லாண்டுகளாக நாம் மேற்கொண்டுதான் வருகின்றோம்: பிரச்சினையை வரையறை செய்தல், பல்வேறு கருதுகோள்களை எழுப்புதல், சான்றுகளைத் திரட்டுதல், முடிவுகள் காணல், முடிவுகளைச் சரிபார்த்தல் ஆகியவையே இம் முறையின் படிகளாகும். பிரச்சினை வரும் ஒவ்வொரு சமயத்திலும் மாணக்கர்களை இந்தப் படிகள் ஒவ்வொன்றிலும் செல்லச் செய்ய வேண்டுமென்பது இதன் பொருளன்று.

நடைமுறையில் புதிர்களைத் தீர்க்கும் இந்த அறிவியல் முறையில் இந்த முறையணைந்த படிகள் யாவற்றையும் மேற்கொள்ள வேண்டும் என்ற அவசியம் இல்லை. எடுத்துக்காட்டாக: திசை காட்டியின் முள்ளை வடக்கு - தெற்குத் திசைகளைக் காட்டுமாறு செய்வதெது என்பதைச் சிறுவர்கள் அறிந்துகொள்ள விரும்புகின்றனர் என்று வைத்துக் கொள்வோம். முதலில் நாம் அவர்கள் பிரச்சினையை எந்த முறையில் விளக்கமாகக் கூற வேண்டுமோ அந்த முறையில் கூறுகின்றனரா என்பதை உறுதி செய்து கொள்ள வேண்டும்; அப்பொழுதுதான் சிறுவர்கள் என்ன அறிய விரும்புகின்றனர் என்பது திட்டமாகத் தெரியும். அதன்பின்னர்தான் சிறுவர்கள் அந்த ஊசி அவ்வாறு நகர்வதற்குத் தாம் சிந்தித்தவற்றைக் கூறுவர். சில விளக்கங்கள் அறிவுக்குப் பொருந்துவனவாக இருக்கும்; சில அறிவுக்குப் பொருந்தாதனவாகவும் இருக்கும்.

'யாருடைய கருத்து சரி என்பதை நாம் எங்ஙனம் காண்பது?' என்று நாம் வினவுவோம். மாணக்கர்கள் இங்ஙனம் கூறுவர்: 'எங்கள் அறிவியல் புத்தகங்களைப் படியுங்கள்.' 'பௌதிக ஆசிரியர் திரு. ஜாக்ஸனைக் கேளுங்கள்,' 'சோதனை செய்து பாருங்கள்' என்றெல்லாம் அவர்களின் கூற்றுக்கள் அமையும். அதன் பின்னர் தம் கருத்தேற்றங்களை நிறைவேற்றுகின்றனர்; விளக்கத்தைக் கண்டறிகின்றனர்; தெரிந்த விதிகளைக் (authority) கொண்டு மிகக் கருத்துடன் சரிபார்க்கின்றனர்; இதன் பின்னர் புதிர்தீர்த்தலால் பெற்ற அறிவினை அவர்கள் பயன் படுத்தலாம். இஃது எளிதானதுதான்; புதிர்களைத் தீர்க்கும் முறைக்கு இஃது ஒரு தொடக்கமே. இதனைத் தக்க முறையில் பயன்படுத்தினால் நல்ல பலன்களை விளைவிக்கும். அறிவுள்ள வழிகாட்டலை மாணக்கர்கள் பெற்றால், இம் முறையில் புதிர்களுக்குத் தீர்வு காணும் திறனில் வேகமாக அடிவைத்துச் செல்ல முடியும். ஒரு சிறுவனின் பள்ளியனுபவத்தில் இம்முறையில் தீர்வுகாணும் தொடர்பு மிகத் தொடக்கத்திலேயே ஏற்படல் இயலாது. மிகத் திருத்தமான முறையில் புதிர்களுக்குத் தீர்வு காண்பதற்கு நீண்ட நாள் அனுபவம் வேண்டும்.

சிறுவர்களும் சிறுமியரும் அவர்கள் பயிலும் போதே சில அறிவியல் முறைகளில் சிந்தனை செய்ய வேண்டும் என்று நாம் விரும்புகின்றோம். எடுத்துக்காட்டாக: நிகழ்ச்சிகள் உடனே நடைபெறுவதில்லை; இயற்கைக் காரணங்களால் அவை நிகழ்கின்றன; ஆகவே மூட நம்பிக்கையுடன் இருக்காதீர்கள். பிறருடைய கருத்துரைகளை ஏற்பதற்குத் திறந்த மனத்துடன் இருங்கள். நீங்கள் உறுதி என்று கருதும் வரையில் உங்கள் முடிவுகளைத் தற்காலிகமானவையாகவே போற்றுங்கள். சான்றுகளுக்கு நம்பகமான மூலங்களை நோக்கி இருங்கள். நீங்கள் தவறு என்பதாகக் கண்டறிந்தால் உங்கள் மனத்தை மாற்றிக் கொள்ளுவதற்கு விருப்பமாக இருங்கள். திடீரென்று முடிவுகட்கு வந்து விடாதீர்கள். எந்தச் செயலுக்கும் அவாத் தூண்டும் நிலையில் இருங்கள்; தெளிவற்ற விளக்கங்களால் மன நிறைவு பெறாதீர்கள். இவை கருத்துடன் உய்க்கப்பெறும் அறிவியல் ஆராய்ச்சியால் மாணக்கர்கள் அடையக்கூடிய

பாதுகாப்பு விதிகளில் சில. எவ்வளவுக் கெவ்வளவு இளமையிலேயே இத்தகைய சிந்தனையில் உறவு கொள்ளுகின்ருேமோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு நன்மையும் உண்டு.

மேலும், நாம் சிறுவர் சிறுமியரின் கவர்ச்சிகளை விரிந்த நோக்குடையனவாக ஆக்க விரும்புகின்ருேம். அவர்கள் தம்மைச் சுற்றியுள்ள பல பொருள்களைப்பற்றியும் இயல்பாகவே அறிவார்வமுடையவர்களாகவே காணப்பெறுகின்றனர்; ஆனுல் அவர்களுக்கு உலகின் செம்பாதிப் பொருள்களைப்பற்றி ஒன்றுமே தெரிவதில்லை; ஆகவே அப்பாதிப் பொருள்களைப்பற்றி அவர்கள் அறிவார்வமாக இருத்தல் இயலாது. ஆரும் படிவத்தில் விண்மீன்களைப்பற்றிய ஒரு பாடம் ஒரு புதிய துறையில் கவர்ச்சியை எழுப்பக்கூடியதாக இருக்கலாம். அஃது ஒரு சிலரிடம் நீடித்து நிற்கக்கூடிய கவர்ச்சியாகவும் மாறலாம். தாவரங்கள் எவ்வாறு வளர்கின்றன என்பதைப் பற்றிய ஒரு பாடம் தாவரப் பண்ணையில் ஓர் அக்கறையை எழுப்பலாம்; இல்லையேல் அந்த அக்கறை அழுந்தியே கிடந்துவிடும். சிருர்களின் கவர்ச்சிகள் பிராணிகள், தாவரங்கள் இவற்றின் வாழ்க்கையைப்பற்றி அமையும் என்று ஒரு காலத்தில் கருதி வந்தது போலன்றி, சூழ்நிலையின் எல்லாக் கூறுகளிலுமே அவர்களின் கவர்ச்சிகள் செல்லும் என்று குழந்தைகளின் கவர்ச்சிகள்பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் காட்டுகின்றன. எனினும், சில மாணுக்கர்கள் ஏறத் தாழக் குறுகிய கவர்ச்சிகளையுடையவர்களாகக் காணப்பெறுகின்றனர்; வேறு கவர்ச்சிகளைக் காணுவதில் இவர்கட்குத் துணை தேவைப்படுகின்றது. ஒரு சிறுவனின் பள்ளியனுபவத்தின் தொடக்கத்திலேயே வாணுள் முழுவதும் நீடிக்கக் கூடிய கவர்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன; பல அறிவியலறிஞர்கள் தாங்கள் சிறுவர்களாக இருந்த காலத்திலேயே தமது அறிவியல் கவர்ச்சிகள் தோன்றியனவாகக் கூறுகின்றனர். முதல்நிலைப் பள்ளியில் நன்முறையில் அறிவியல் பயிற்றலை மேற்கொண்டு இத்தகைய நல் விளைவுகளை அதிகமாகப் பெறலாம்.

இன்னும், நாம் நம் மாணுக்கர்கள் தம்மைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களை நன்கு புரிந்து கொள்ள வேண்டும் என்றும் விரும்புகின்ருேம். இளஞ்சிருர்கள் எங்ஙனம் பொருள்களைப் புரிந்து கொள்ளத் தொடங்குகின்றனர்? இயற்கை அழகுகளைப்பற்றிய சிறு பகட்டுரைகளால் (sermons) அதிகப் பயனென்றும் விளையப் போவது இல்லை. அழகுடைய வணணுத்திப் பூச்சிகள், தேனீக்கள், மலர்கள் இவற்றைப் பற்றிய தெளிவற்ற பேசசு அதிகமாகத் துணை செய்யாது. சிருர்கள் பொருள்களைப் புரிந்து கொள்வதில் துணைபுரியும் வழிகளைக் கற்கும் நாம் அவர்கட்குத் தம்மைச் சுற்றியுள்ள உலகினைப் பார்க்கவும், கூர்ந்து நோக்கவும், கருத்துடன் தேர்ந்தாராயவும், அங்கு என்ன வியப்பூட்டும் கூறுகள் உள்ளன என்பதைக் கண்டறியவும் கற்பிக்க முயல வேண்டும். மனிதனுலும் திரும்பச் செய்ய முடியாத உற்பத்திச் செயல் ஒன்று சாதாரண இலையொன்றில் நடைபெற்று வருகின்றது. இச்செயலில் பயன்படும் தொழில் மூலப் பொருள்கள் (raw materials) நீரும் கரிய மிலவாயுவும் என்றும், இலையிலுள்ள பச்சை நிறப் பொருள் இச்செயலுக்கு மிகவும் இன்றியமையாதது என்றும், கதிரவன் ஒளியின்றி இது நிகழ முடியாது என்றும் அவன் அறிந்து கொண்டுள்ளான். இவ்வாறு நிகழும் செயலில் அவன் இறுதி மூலக்கூறு (molecule) வரையிலும் பகுத்தாராயக் கூடும்; ஆனுல் அவனுல் அச் செயலைத் திரும்பச் செய்ய முடியாது; அவனுல் அச் செயலை முற்றிலும் புரிந்து கொள்ளவும் இயலாது. மேலும், இச்செயலின்றி வாழ்க்கையும் நிலை பெற்றிருத்தல் முடியாது. ஒரு சிறுவன் இந்த உண்மைகளைக் கற்கும்பொழுது, அவற்றின் உட்கருத்தினை அனுபவத்தால் அவன் உணரும்பொழுது, அவனது பாராட்டு மேலும் அதிகரிக்கின்றது; சிறப்பாக அவன் உற்சாகமும் நுண்ணறிவும் பாராட்டுப் பண்பும் உள்ள ஆசிரியருடன் செயல் புரிந்தால் அவனிடம் இதனைத் தெளிவாகக் காணலாம்.

ஆகவே, ஈண்டுக் கூறியவை யாவும் அறிவியல் பயிற்றலால் நம் பள்ளியில் பயிலும் மாணுக்கர்கள் அடையும் நன்மைகளுள் சில; அறிவியல் ஆசிரியர்கள் இவைதாம் நோக்கங்கள் என்பதை முற்றிலும் அறிந்தால், இவை யாவும் கைவரக் கூடிய முறையில் அறிவியல் பயிற்றப்பெறல் வேண்டும் என உறுதிகொண்டால் இவற்றை மாணுக்கர்கள் பெறுவர். நடை முறைக்கு வாராமல் ஆசிரியர்க் கையேடுகளில் (Manuals) காணப்பெறும் நோக்கங்களால் சிறுவர்கட்கு யாதொரு துணையும் இராது. ஆனுல், ஆசிரியர் மனத்திலும் சிறுவர்களின் உள்ளங்களிலுமுள்ள நோக்கங்கள் அவர்கட்குத் துணைபுரிதல் கூடும். அத்தகைய நோக்கங்கள்தாம் பாடப் பொருளைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும், அதனைப் பயிற்றும் முறை

யிலும், செயல்களைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும், மதிப்பீடு (Evaluation) செய்யும் முறையிலும், வகுப்பறையில் மேற்கொள்ளப்பெறும் ஒவ்வொரு செயலிலும் வழிகாட்டியாக அமையும். இங்குத்தான் அறிவியல் ஆசிரியர்கள் அனைவரும் நினைவிற் கொள்ளவேண்டிய குறிப்பு ஒன்று உள்ளது ; அறிவியல் பயிற்றலால் நிறைவேற்ற எண்ணுபவற்றை முதலில் தீர்மானம் செய்து கொள்க ; அவற்றை மனத்திற் கொள்க ; சரியான பாதையில் செல்லுகின்றீர்களா என்பதைச் சரிபார்த்துக்கொண்டே இருந்திடுக ; உங்கள் குறிக்கோளை எந்த அளவு அணுகி வருகின்றீர்கள் என்பதைக் காண மதிப்பீடு செய்துகொண்டே இருந்திடுக. இவற்றுக்கு மேலாக, இந்த நோக்கங்கள் யாவும் இயன்ற வரையில் சிறுவர்களுடையனவாக இருக்கட்டும்; இந்த நோக்கங்கள் நிறைவேறுவதற்கு மாணாக்கர்கள் இத்திட்டங்களில் துணைபுரியட்டும்.

தொடக்க அறிவியலும் இயற்கைப் பாடமும் :

முதல்நிலைப் பள்ளியில் அறிவியல் பாடத் திட்டத்தை 'தொடக்க அறிவியல்' என்று வழங்குவதா அல்லது 'இயற்கைப்பாடம்' என்று பெயரிடுவதா என்பது நீண்டகாலமாகவே வாதத்திற்கிடமாக (controversy) இருந்துவந்தது ; இன்றும் இருந்து வருகின்றது. சில பள்ளிகள் இயற்கைப்பாடத் திட்டங்களைக் கொண்டுள்ளன ; அத்திட்டங்கள் மிகச் சிறந்தனவாகவும் உள்ளன. அவர்கள் அறிவியலை மிக விரிந்த பொருளில் பயிற்றி வருகின்றனர் ; தம்முடைய பாடத்திட்டங்களை அவர்கள் 'இயற்கைப் பாடம்' எனத் தொடர்ந்து வழங்கி வந்தபோதிலும், தம்முடைய உள்ளத்தில் மிகவும் நவீன குறிக்கோள்களைக் கொண்டுள்ளனர். வேறு சில பள்ளிகளில் அப்பாடத் திட்டங்கள் 'தொடக்க அறிவியல்' என வழங்கப்பெறுகின்றன ; ஆனால், அது செயற்படுவதற்குக் காரணமாகவுள்ள தத்துவம் பழமைப்பட்டதாகவே உள்ளது ; அது தொடக்கத்திலிருந்த மிகக் குறுகிய இயற்கைப்பாட நோக்கத்தையே கொண்டுள்ளது. இதிலிருந்து அதன் உள்ளுறையைப் (content) போலவும் நிகழ்ச்சி நிரலில் நடைமுறையில் மேற்கொள்ளப் பெறும் முறையைப்போலவும் பெயர் அவ்வளவு முக்கியம் அன்று என்பது பெறப்படுகின்றது. 'இயற்கைப் பாடம்' என்ற கருத்திலிருந்து எடுத்த அறிவியல் பாடத் திட்டங்களும் நாம் அண்மைக் காலங்களில் அறிந்துகொண்டவற்றுள் மிக நல்லன வற்றைக்கொண்டு அவற்றின்மீது அமைத்தவையும் இன்று மிகவும் பயனுடையனவாக உள்ளன. இரண்டிற்கும் இடையேயுள்ள வேற்றுமைகள் பெயரில் இல்லாததால், தொடக்க அறிவியல் பாடத்திட்டங்கள் இயற்கைப் பாடத் திட்டங்களைவிட விரிந்த நோக்கத்துடன் இருக்கக் கூடியனவாகவும் கிட்டத்தட்ட அதிகமாகவே நவீன தேவைகட்குப் பொருத்தமானவையாகவும் உள்ளன.

இக்குறிப்பிற்கு விளக்கம் : 'இயற்கைப் பாடம்' என்ற கருத்து ஒரு பாறை அல்லது மரம் போன்ற ஒரு பொருளைப்பற்றிய பாடத்தை வலியுறுத்துகின்றதேயன்றி, பாறை உண்டாதல் அல்லது காட்டுத்துறை (forestry) போன்ற விரிவான பிரச்சினையைக் கூறுவதாக இல்லை. அது பாறைகளையும் மரங்களையும் இனங்காண்பதை வலியுறுத்துவதாக உள்ளதேயன்றி அதனை ஒரு முடிவிற்கு வழியாகக் கொள்வதில்லை. அது சிறுர்களின் வாழ்வில் உண்மையாகத் தொடர்புள்ள பிரச்சினைகளைப்பற்றிய பாடமாகவோ அல்லது அறிவியல் துறை முழுவதும்பற்றிய பாடமாகவோ இருப்பதற்கில்லை ; ஆனால் அது தாவரங்களையும் பிராணிகளையும்பற்றிய பாடமாகவே இருக்கும் நிலையில் உள்ளது. சிறுவர்களுடன் பழகி நாம் கொள்ளும் அனுபவம் அவர்கள் தம் சூழ் நிலையிலுள்ள எல்லாக் கூறுகளிலும் அக்கறையுள்ளவர்களாக உள்ளனர் என்பதைக் காட்டுகின்றது. இயற்கைப் பாடம்பற்றிய இந்தச் சுருக்கவுரையினின்றும் தொடக்கத்திலுள்ள இயற்கைப் பாடம் என்ற கருத்தின் இடத்தை நவீன சிறுவர்களின் தேவைகளுக்குப் பொருத்தமான ஒரு திட்டம் பெற்றுள்ளது என்பது தெரிகின்றது. இன்று சிறுவர்களும் சிறுமியரும் வாழும் உலகம் அண்மைக் காலத்தில் அதிகமாக மாற்றம் அடைந்துள்ளது ; அங்ஙனமே அவர்களது பாடத் திட்டங்களும் மாற்றம் அடைய வேண்டும்.

எனினும், இயற்கைப் பாடக் கருத்திலிருந்து நம்மைச் சுற்றிலுமுள்ள வாழ்க்கையைப்பற்றிப் படிப்பதோ கேட்பதோ இன்றி அதனை உற்று நோக்கி நேரடியான அனுபவத்தைப் பெறுவதன் முக்கியத்துவத்தை உண்மையாகவே உணர்கின்றோம். தாவரங்களின் வகைகளையும் பிராணிகளின் வகைகளையும், பிராணிகள் வாழும் இடங்களையும், உயிர்வாழ் பிராணிகளிடையேயுள்ள இடைத் தொடர்பு முறைகளைக் காட்டும் இடங்

களையும், உயிர்வாழ் பிராணிகட்கும் அவற்றின் சூழ்நிலைகட்கும் உள்ள உறவு முறைகளையும், இந்தப் பிராணிகளின் சூழ்நிலைக் கேற்ப அனுசரித்துக் கொள்ளும் முறைகளையும் சுட்டிக் காட்டும் ஓர் இயற்கைப் பயணம் (nature trail) பயன்படவல்ல பயிலும் திட்டமாகும். ஆகவே ஓர் இயற்கைப் பயணம், அஃது இயற்கைப்பாடம் என்ற கருத்தில் தன்னுடைய பிறப்பிடத்தைக் கொண்டிருந்தபோதிலும், தக்க முறையில் பயன்படுத்தப் பெறின் அது மிகவும் நவீனமாகவுள்ள அறிவியல் பாடத்திட்டத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாகத் துணைபுரிய இடம் உள்ளது. ஒரு காட்டின் அருகிலும் பூங்காவின் அருகிலும் அல்லது நாட்டுப் புறத்திலும் உள்ள பள்ளிகள் இத்தகைய இயற்கைப் பயணத்தை அமைத்துக் கொண்டால், அல்லது வேறு திட்டமிட்ட முறையில் இந்த மூலத்தைப் பயன்படுத்தினால் அவை நற்பேறுடையனவாகக் கருதலாம்.

நவீன தொடக்க அறிவியல் பாடத்திட்டத்தில் பாடி அனுபவத்தையும் (camp experience) நேரடியாகத் தகவல் பெற்றுப் புரிந்துகொள்ளக் கூடிய மற்றொரு மூலமாகச் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். பாடித் தங்கல் அமைக்கும் அனுபவம், அங்குத் தூங்கும் இடங்களை அமைத்தல், தூய்மையான பருகும்நீர் கொணர்தல், உணவுப் பொருள் கொணர்ந்து உணவு சமைத்தல், இவைபோன்ற இன்னும் பல இன்றியமையாத செயல்கள் யாவும் அறிவியல் நிறைந்த செயல்களாகவே உள்ளன. மேலும், எவ்வளவு அறிவியல், எந்த வகை அறிவியல் கற்றுக்கொள்ளப்பெறுகின்றது என்பது அத்திட்டத்திற்குப் பொறுப்பாகவுள்ளவரின் நோக்கத்தைப் பொறுத்தது.

நம்முடைய நோக்கம் மாணாக்கர்களின் தேவைகளுடன் பொருந்துகின்றதா என்பதை உறுதி செய்வதில் இப்பகுதியின் தொடக்கத்தில் ஆராய்ந்த நோக்கங்களை வைத்து அளந்து கொள்ளலாம். மொத்தத் தொடக்க அறிவியல் பாடத் திட்ட நோக்கங்களுடன் சேர்ந்து இவையும் வழிகாட்டியாக நின்று துணைபுரிகின்றன. செம்பாதி நேரத்தை வாதுமைவகைக் கொட்டைகளை (walnuts) மெல்லிய தகரத் தகட்டால் மூடி அவற்றை கிறிஸ்துமஸ் மரத்தில் தொங்கவிடுவதிலும், இலைகளைக் காகிதத்தில் வைத்துப் பதப்படுத்துவதிலும், ராபின் குருவிப் படத்தை வண்ணந் தீட்டுவதிலும், அல்லது காகிதப் பனிப் படலங்களை வெட்டுவதிலும் கழித்துவிட்டு நாம் நவீன அறிவியல் திட்டத்தை மேற்கொண்டிருப்பதாகக் கருதுவது தவறு. இத்தகைய செயல்களால் மிகத் தொடக்கநிலை அறிவியல் பாடத்திட்ட நோக்கங்களையும் அடையச் செய்தல் இயலாது.

அறிவியலும் முதல்நிலைப் பள்ளிப் பாட நிகழ்ச்சி நிரலும்

ஒரு தொடக்க அறிவியல்பாடத் திட்டம் முதல்நிலைப் பள்ளியின் பொதுப் பாடத் திட்டத்துடன் உறவு கொள்ளாமல் தனிமையாக நிலைபெறுமாறு அமைப்பெறின் அது பயனற்றதாகப் போவது உறுதி. முதல்நிலைப் பள்ளியின் பொது நோக்கங்களை நிறைவேற்றுவதில் துணைபுரியும் அடிப்படையில்தான் ஓர் அறிவியல் பாடத் திட்டம் தனிப்பாடமாக இருக்கும் உரிமை வழக்காடப் பெறுகின்றது (challenged).

முதல்நிலைப் பள்ளியின் பொது நோக்கங்கள் பலவாருகக் கூறப்பெறுகின்றன. அவற்றுள் மிக முக்கியமானது நல்ல குடிமக்களாக ஆவதற்கு இன்றியமையாதனவாகவுள்ள குறிக்கோள்கள், புரிந்து கொள்ளும் திறன், வேறு திறன்கள் ஆகியவற்றை அடைவதில் சிறுவர்கட்குத் துணைபுரிவதாகும். இது தகவல் அடைவதற்கு அடிப்படைச் சாதனங்களாகவுள்ள படித்தல், எழுதுதல், எண்கணிதம் ஆகியவற்றைத் தருவதாகும். இவற்றுடன், சமூக நடவடிக்கைகள் பிரச்சினைகள் இவற்றை அடையாளங் காண்பதிலும் புரிந்து கொள்வதிலும் கருத்தேற்றங்களைத் தருதல், அக் கருத்தேற்றங்களை நிறைவேற்றுதல் இவற்றில் பங்கு கொள்வதிலும், தனிப்பட்டோருக்கும் குழுவினருக்கும் தேவைக்கேற்ற கூருணர்ச்சியை வளர்த்துக் கொள்வதிலும் அவர்கட்கு வாய்ப்புத் தருவதுமாகும். தொடக்கநிலைப் பள்ளிச் சிறுவர்களிடம் கூட்டுறவு, தலைவர்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல், குழுவாக நின்று திட்டமிடுதல் போன்ற பல மானிட உறவுகளைப் புரிந்து கொள்வதிலும் அவற்றில் பயிற்சி பெறுவதிலும், உடல் உள நலத்திற்குத் துணைபுரியக் கூடிய நிலைமைகளை உண்டாக்குவதிலும் அவர்களிடம் இந்தப் பண்புக் கூறுகள் (traits) வளர்வதற்கேற்ற தகவலையும் திறன்களையும் தருவதிலும் அவர்கட்குத் துணையாக இருத்தல் வேண்டும். ஓய்வு நேரத்திற்கான நற்பயன் விளைவிக்கும் கவர்ச்சிகளை வளர்ப்பதில் பள்ளி அவர்கட்குத் துணைபுரிதல் வேண்டும். இவைதாம் ஒரு நல்ல முதல்நிலைப் பள்ளிப் பாடத் திட்டத்தின் பொது நோக்

கங்களாகும். இந்நோக்கங்களைக் கருத்திற் கொள்ளாத எந்த அறிவியல் பாடத்திட்டமும் பயனுடையதாக இருத்தல் இயலாது.

தொடக்க அறிவியல் பயிற்றலின் நோக்கங்கள் முதல்நிலைப் பள்ளியின் நோக்கத்தைப் பற்றிய இந்த விரிந்த பொதுமையான கருத்துக்களுக்கிணையச் சரிப்படுத்தப் பெறுதல் வேண்டும். நாம் அறிவியலைப் பயிற்றும் முறை, சிறுவர்கட்கு மிகவும் பயனளிக்கக்கூடிய செயல்கள், திட்டமிடுதலிலும் அத்திட்டங்களை மதிப்பீடு செய்வதிலும் அவர்கட்கு நாம் துணை செய்யும் முறைகள்—இவை யாவும் இந்த நோக்கங்களுக் கேற்றவாறு உருவாக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

எடுத்துக்காட்டாக, சிறுவர்கள் சிறந்த குடிமக்களாகத் திகழ்வதற்குத் துணை செய்யும் முறையில் நாம் அறிவியலை எவ்வாறு பயிற்றுவது? ஆசிரியரே பாடப்பொருளைத் தேர்ந்தெடுத்து, அதை ஒழுங்கான முறையில் அமைத்து, அஃது எப்படிக் கற்கப்பெறுதல் வேண்டும் என்பதைத் தீர்மானித்து, வேறு வகைத் தீர்மானங்களையும் அவரே செய்து கற்பிக்கத் தொடங்கினுல் ஒழுங்குபடுத்துதல், திட்டமிடுதல், குழுவாக நின்று செயற்படுதல் போன்ற திறன்கள் அவர்களிடம் எங்ஙனம் வளர வாய்ப்புக்கள் உண்டாகும்? திட்டமிடும் வல்லமையுடன் ஒருங்கிணைந்து பணியாற்றுவது ஒரு குடிமகனின் இயற்பண்புகளில் ஒன்று என்பதை நாம் ஒப்புக்கொண்டால், நாம் சிறுவர்கள் திட்டமிடுவதற்கும், இணைந்து பணியாற்றுவதற்கும் ஏராளமாக வாய்ப்புக்கள் தர வேண்டும். ஆசிரியராக இருந்து தலைமையைப் பற்றி (leadership) பயிற்சியளிப்பதற்கும் சாய்வு மேசையின்பின் இருந்துகொண்டு கட்டளையிடுவதற்கும் இடையே ஒரு தெளிவான வேற்றுமை உள்ளது. ஓர் ஆசிரியர் தலைவராக இருந்து கொண்டு கவர்ச்சிகளைத் தோற்றுவிப்பதற்கு முதற்படிகளைத் தந்து, இயலக்கூடிய வினை முறையின் வழிகளைத் திறந்து ஒரு துணையாளராக இருக்கலாம். அவருடைய பட்டறிவு காரணமாக அவர் வழிகாட்டலில் சிறிது பயிற்சியளிப்பதில் வல்லவராக உள்ளார்; ஆனுல் தக்க சமயததில் அமைதியாக இருக்க அறிந்து கொண்ட ஆசிரியருக்குப் புகழ் உண்டாகுக! ஏனைய பள்ளிச் செயல்களிலுள்ளதுபோலவே அறிவியலிலும் அவ்வாறு — அமைதியாக — இருப்பதன் மூலம் பொறுப்புள்ள குடி மக்களாக இருக்கக் கற்றுக்கொள்ளுகின்றனர் சிறுவர்கள். இந்த உள்ளார்ந்த இயல்பினை (potentiality) வளர்ப்பதற்காகவே பாடப்பொருளின் பெரும் பகுதி உளதாகின்றது. ஆகவே, அறிவியல் கற்பித்தலில் சிறுவர்கள் சேர்ந்து திட்டமிடுவதற்கும், முடிவுகள் செய்வதற்கும், தவறுகள் செய்வதற்கும், அவற்றைத் திருத்திக் கொள்வது எப்படி என்பதைக் காண்பதற்கும், தம்முடைய வெற்றியை உணர்ந்து கொள்வதற்கும், புதிய வினை முறைகளை அமைப்பதற்கும், விளைவுகளை மதிப்பீடு செய்வதற்கும் நாம் அவர்கட்கு வாய்ப்புக்களைத் தருவோமாக.

சிறுவர்கள் விடுக்கும் வினுக்கட்கெல்லாம் விடைகளைத் தருதல் கூடாது; விடைகளைப் படிக்குமாறு பணித்தலும் ஆகாது. அறிவியலில் தகவலை எவ்வாறு அடைவது? சோதனை செய்வதால், உற்று நோக்குவதால், தெரிந்தவர்களை நாடி வினவுவதால், படிப்பதால், ஃபிலிம் காட்சிகளைக் காண்பதால், இவைபோன்ற வேறுமுறைகளால். மேலும், சிறுவர்கள் இவ்வழிகளைப் பயன்படுத்துவது எப்பொழுது, அவற்றின் விளைவுகளை நம்புவது எப்பொழுது என்பதை எங்ஙனம் கற்றுக் கொள்ளுகின்றனர்? முடிவு செய்தலில் பெறும் பயிற்சி மூலமும், அதன் பிறகு தாம் நோக்கமாகக் கொண்ட திட்டங்களைத் தேர்ந்துஅறிவதன் மூலமும்,தம்முடைய முயற்சிகளின் பயன் விளைவினை மதிப்பீடு செய்வதன் மூலமும் அவர்கள் கற்றுக்கொள்ளுகின்றனர். தொடர்ந்து செய்யும் பழக்கத்தினுல் அறிவினை அடைவதற்கான சாதனங்களைப் பயன்படுத்தும் திறனில் மாணுக்கர்கள் வளர்ச்சி யடைகின்றனர்; நாம் துணை புரிந்தால் மட்டிலுமே இஃது உண்மையாகும். நாம் தக்கவாறு வாய்ப்பினை நல்குவோமாயின் ஒவ்வொரு பாடமும் இதில் ஒரு திட்டமான பங்கினைப் பெறுவதற்கு வழி ஏற்படும்.

B. அறிவியல் ஆசிரியர்

எல்லாத் தொடக்கநிலை ஆசிரியர்களும் தாம் அறிவியலைக் கற்பிப்பதற்கேற்ற தளவாடம் தம்மிடம் இருக்கின்றதாகச் கருதும்வரை நாம் காத்திருந்தால், நாம் கற்பித்தலை ஒருபொழுதும் தொடங்கவே முடியாது. முதல்நிலைப் பள்ளியில் மிகவும் வெற்றியுடன் பணியாற்றும் அறிவியல்

ஆசிரியர்கள் தமக்குத்தாமே இவ்வாறு சொல்லிக்கொள்ளுகின்றனர்: 'என்னுடைய வேலையில் சிறிதளவு அறிவியலைச் சேர்ப்பதன் முக்கியத்துவத்தில் நம்பிக்கை கொள்ளுகின்றேன். அஃது இல்லாமல் என்னுடைய பாடத்திட்டம் முழுமை எய்தும் என்று நான் நம்பவில்லை. எனக்கு அதிகமாக அறிவியல் தெரியாது; ஆனால் சிறுவர்கள் எவ்வாறு கற்கின்றனர் என்பதை அறிவேன். என்னால் விடையறுக்க முடியாத வினாக்கள் விடுக்கப்பெறுவதைப்பற்றி யான் கவலைப்படுவதில்லை; காரணம், விடைகளைக் காண்பதற்கு சிறுவர்கட்கு எங்ஙனம் துணை புரிவது என்பதை யான் அறிவேன்.'

இந்த ஆசிரியர்கள் பல பிரச்சினைகளையுடையவர்கள். அறிவியலில் நிலைக்களம் அமைத்தல், அதனை எங்ஙனம் கற்பிப்பது என்பதை அறிதல், தேவையான துணைக்கருவிகளையும் பிற பொருள்களையும் காணல் ஆகியவை அவர்கட்குத் தேவைப்படுகின்றன. ஆனால், அவர்களிடம் இரண்டு இன்றியமையாத சாதனங்கள் உள்ளன: அறிவியலைக் கல்வித் திட்டத்தில் சேர்ப்பதன் அவசியத்தை அவர்கள் உணர்கின்றனர்; சிறுவர்கள் எங்ஙனம் கற்கின்றனர் என்பதையும் அவர்கள் அறிகின்றனர்.

அடியிற் காணப்பெறும் கருத்தேற்றங்கள் அத்தகைய ஆசிரியர்களால் பயனுள்ளவைகளாகக் கருதப்பெறுகின்றன:

1. செவ்வாய்க்கோளைச் சார்ந்த மனிதனொருவனின் முதற் காட்சிக்காக ஒதுக்கி வைக்க வேண்டிய மதிப்பச்சம் போலன்றி, அறிவியல் பயிற்றலை நம்பிக்கையுடன் அணுகுங்கள். நீங்கள் நினைப்பதுபோல் அது வழக்கத்திற்கு மாறானதன்று. பெரும்பான்மையான ஆசிரியர்கள் எளிமையாகக் கருதும் சமூகப்பாடம், மொழிப்பாடம், கலைப் பாடங்கள், எண்கணிதம் போன்றவற்றைக் கற்பித்தலினின்றும் இஃது அதிகம் வேறுபட்டதன்று. அதனைக் கற்பித்தலும் கடினமன்று; அது காட்சிப் பொருள்களைப்பற்றியதாதலாலும், பெரும்பான்மையான சிறுவர்களின் உண்மைக் கவர்ச்சிகளைத் தழுவியிருப்பதாலும், உண்மையில் சில கூறுகளில் அதனைக் கற்பித்தல் எளிது என்றும் கூறலாம்.

2. சிறுவர்கள் உங்களை வினவும் வினாக்களுக்கெல்லாம் விடைகளை அறிய வேண்டும் என்று நீங்கள் எதிர்பார்க்காதீர்கள். நீங்கள் அவற்றை அறியும்வரை காத்திருந்தால், நீங்கள் அறிவியல் பயிற்றலை எப்பொழுதுமே தொடங்க முடியாது. ஆசிரியர்கள் சிறுவர்கட்கு அதிகமாகவே சொல்லிப் புகட்டுகின்றனர். நீங்கள் சிறுவர்களை நன்கு அறிந்துகொண்டால், அவர்களின் கற்றலில் எங்ஙனம் துணைபுரிவது என்பதையும் அறிந்தால், கற்பிக்கும் போரில் செம்பாதி வெற்றிகண்ட மாதிரிதான். சிறுவர்களுடன் கற்றுக்கொள்வதுபற்றி அச்சம் கொள்ளாதீர்கள். அவர்களுடைய புதிர்கட்கு விடைகாணும் திட்டங்களை அவர்களே அமைக்கட்டும்; அதன்பிறகு நீங்கள் ஒரு வழிகாட்டிபோல் நின்று அவர்களுடன் கற்றுக் கொள்ளுங்கள். ஆயினும், நீங்கள் பாடப்பொருளை ஓரளவு அறிந்திருத்தல் அவசியமே; ஆனால் நீங்கள் அறிவியல்துறை வல்லுநராக இருக்கவேண்டிய அவசியம் இல்லை. அடுத்துவரும் ஒரு சில அறிவுரை இனங்கள் (items of advice) ஓரளவு அறிவியல் நிலைக்களத்தை அமைப்பதற்கு உங்கட்குத் துணை செய்யும்.

3. ஓர் அலகு அல்லது அறிவியல் பாடத்தின் ஒரு பகுதி உறுதியானவுடன், நீங்கள் பயிற்றுவிக்கும் மாணாக்கர்கள் கற்கும் நிலைக்கேற்ற சில அடிப்படையான பாடப்புத்தகங்களைப் படியுங்கள். அதன்பிறகு சில நல்ல பொது அறிவியல் அல்லது உயிரியல் பாடப்புத்தகங்களை (உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் பயன்படுத்தப்பெறுபவை போன்றவை) எடுத்துப் படியுங்கள். இங்கு நீங்கள் இளஞ்சிறார்கட்கு அறிவியல் பயிற்றுவதற்கு இன்றியமையாததாகவுள்ள அறிவியல் பாடப்பொருளின் நிலைக்களத்தினைக் காணலாம்.

4. இந்தப் பொருளினிடம் நல்லுறவு அமையும்பொருட்டு இப்புத்தகங்களில் கருத்தேற்றமாகத் தரப்பெற்றுள்ள சில சோதனைகளைச் செய்து பாருங்கள். நீங்கள் மிகச் சிக்கலானவை என்று கருதுவதில் பாதியளவுகூட இவை சிக்கலானவை அன்று.

5. அப் புத்தகங்களில், 'மேற்கொள்ள வேண்டியவை' என்ற தலைப்பில் தரப்பெற்றுள்ள சிறு தொலைப் பயணங்கள், உற்று நோக்கல்கள் சோதனைகள், திரட்டுதல்கள்—போன்றவற்றுள் சிலவற்றையாவது நிறைவேற்றுங்கள். கண்ணால் காண்பது நம்பிக்கையையும் உறவினையும் உண்டாக்கும்; நகர நீர் வடிகட்டும் அமைப்பினை நீங்களே கண்டு அதன் வியப்புடைமையில் ஈடு

படுவீர்களாயின் சிறுவர்கள் அதில் கவர்ச்சியுடையவர்களாகவும் கிளர்ச்சியுடையவர்களாகவும் ஆதல் மிகவும் எளிது.

6. உங்கள் பள்ளியருகிலுள்ள உயர்நிலைப் பள்ளி அறிவியல் ஆசிரியரைக் கண்டுபேசி அவருடைய துணையையும் ஒத்துழைப்பையும் பெறுங்கள். உயர்நிலைப் பள்ளி அறிவியல் ஆசிரியர்கள் உங்கட்குப் பயிற்றும் கருத்துக்களை நல்குவர்; சோதனைகளில் கருத்தேற்றங்களைத் தருவர்; பொருள்களையும் புத்தகங்களையும் ஈந்து துணை செய்வர்; அறிவியல் அவர்களது துறையாதலின் அவர்களிடம் துணைபுரியக்கூடிய கருத்துக்கள் நிறைந்து இருக்கும்.

பழக்கப்படாத பொருளே உங்களைக் கோழையாக்குதல் கூடும் என்பதை நினைவிற்கொண்டு, இயன்றவரை அறிவியற் பொருளுடன் நேரடியான அனுபவத்தைப் பெறுங்கள். மேற்கூறப் பெற்ற கருத்தேற்றங்களைப் புரிந்துகொண்டு செயலாற்றினால் புதிய அறிவியல் தலைப்பையும் கையாளுவதற்கேற்ற நம்பிக்கை உங்களிடம் ஏற்படும் என்பது உறுதி.

7. உங்களிடம் பொருளில்லாமையை ஒரு பெருந்தடையாகக் கருதாதீர்கள். உங்கட்கு உண்மையில் தேவையாகவுள்ள கிட்டத்தட்ட எல்லாவற்றையும் சிறுவர்களே தங்களது இல்லங்களினின்றும் கொணர்வர். அவர்களால் தர முடியாதவற்றை நீங்கள் இரும்புக்கடையினின்றும் பெறலாம்; உயர்நிலைப் பள்ளியினின்றும் இரவல் கேட்டு வாங்கலாம்; அவற்றைப் பள்ளித் தோட்டத்தில் காணலாம்; பள்ளிக் காவற்காரனிடமிருந்தும் பெறலாம்; அல்லது மாணுக்கர்களைக்கொண்டே செய்விக்கலாம். தொடக்க நிலை அறிவியல் வகுப்புக்களில் விலையுயர்ந்த சிக்கலான துணைக்கருவி பயன் படாமையுடன் கேட்டினையும் பயக்கும். அது குழப்ப நிலையை உண்டாக்குவதுடன் மேற்கொண்டுள்ள பிரச்சினையை விட்டு விட்டுத் தன்பாலேயே சிறுவர்களின் கவனத்தை ஈர்க்கவும் கூடும்.

8. மாணுக்கர்களே சோதனையை மேற்கொள்ளட்டும். இங்ஙனம் கற்றுக்கொள்ளவே சிறுவர்கள் விரும்புகின்றனர். பொருள்களைத் திரட்டவும் கருவிகளை ஆயத்தம் செய்யவும் உங்கள் வகுப்பிலுள்ள சில திறமை மிக்க மாணுக்கர்களைப் பயன் படுத்திக் கொள்ளுங்கள்.

9. உங்கட்கு எளிமையாகப் பழக்கப்பட்டுள்ள தலைப்பினைப் (topic) பயிற்றலால் உங்கள் அறிவியலைத் தொடங்குங்கள். கற்கவேண்டிய பிரச்சினைகள் அனைத்தினையும் மாணுக்கர்களே தொடங்கி வைக்க வேண்டும் என்ற கொள்கைக்கு இஃது எதிர்மாறானதாக இருக்கலாம். அந்தக் கொள்கை எப்படியும் வாதத்திற்குரியதே. நீங்கள் கல்லூரியில் அடைந்த சிறிதளவு அறிவியல் பயிற்சி, சொந்த விருப்பச் செயல் (hobby) அல்லது சொந்தக் கவர்ச்சி உங்கட்குச் சில தனிப்பட்ட துறையில் அடிப்படையை நல்கியிருக்குமாயின், அந்த அறிவு அல்லது கவர்ச்சி உங்கள் விருப்பத் தலைப்பினைத் தீர்மானிக்கப் பயன்பட்டு அதுவே உங்கள் அறிவியல் பயிற்றலுக்கு மூலதளமாகவும் அமையலாம். பின்னர், சிறுவர்களின் முதற் குறிப்புக்களைப் பின்பற்றிச் செல்வது மிகவும் எளிதாக இருக்கும். ஆசிரியர் என்ற நிலையில் முதற் கருத்து உங்களிடமிருந்து தோன்றினும், அவர்கள் எப்பொழுதும் திட்டமிடுதலில் இறங்குதல் கூடும்.

10. உங்கள் அறிவியல்பாடப் புத்தகங்களைத் தொடர்ந்து வெளிவரும் கையேடுகளை (manuals) நன்கு பயன்படுத்துங்கள். அவற்றில் சோதிக்கப் பெற்று, நல்லன என்று கண்ட பயிற்றுதல்பற்றிய கருத்துக்கள் நிறைய உள்ளன. நீங்கள் பாடப் புத்தகத்தைப் பின்பற்றுவிடினும் அவையே மிகவும் பயனுள்ளனவாக இருக்கும்.

11. உங்களுடைய அறிவியல் பொருள், பயிற்றலைப்பற்றிய உங்கள் குறிப்புக்கள், உங்கள் திட்டங்கள் முதலியவற்றைப் பாதுகாப்பாக வைத்திருங்கள். அவற்றை வருங்காலத்தில் நீங்களே பயன்படுத்தலாம்; அல்லது பிற ஆசிரியர்கள் உங்களிடமிருந்து அவற்றை இரவலாகவும் பெறலாம். நீங்கள் ஏற்கெனவே பயன்படுத்திய பொருளைக் காணும் வாய்ப்பு உங்கட்கு இருந்தால், ஒரு தலைப்பு இரண்டாவது தடவை மிகவும் எளிதாக அமையும்.

12. எந்தப் பொருள்களைக் கொண்டு ஏனைய ஆசிரியர்கள் வெற்றி யடைந்தனர் என்பதுபற்றி அவர்களைக் கண்டு பேசி உங்கள் பட்டறிவை அவர்களுடன் பரிமாறிக் கொள்ளுங்கள். அத்தகைய பரிமாற்றம் எப்பொழுதுமே பெருந்துணையாக அமையும்.

C. சிறுவர்கள் அறிவியல் கற்கும் முறை

சிறுவர்கள் ஏனையவற்றைக் கற்றுக்கொள்வதைப் போலவே, அறிவியலையும் பல்வேறு வழிகளில் கற்கின்றனர். அவர்கட்கு அறிவியல் பாடத்தில் கவர்ச்சி பிறக்கும்பொழுதும், அது தங்கட்குச் சில வேற்றுமைகளை நல்கும் என்பதை அவர்கள் காணும்பொழுதும், அஃது உளங் கவரும்படி வருணிக்கப்பெற்றுள்ள பொழுதும், அஃது அவர்களால் சிறிதளவாவது சூழ்ச்சித் திறனுடன் கையாளக் கூடியவாறுள்ள பொழுதும், அஃது அதிகக் கடினமாக இராமலும் ஓரளவு சிந்தனைக்கு வேலை தருமளவுக்குக் கடினமாக இருக்கும்பொழுதும், தாம் அறிய விரும்புவனவற்றைக் கண்டு கொண்டதாக மன நிறைவு தரும்பொழுதும் அதனை உடனே மிக உற்சாகத்துடன் கற்கின்றனர். இஃது அறிவியலுக்கு மட்டிலும் உரிய சிறப்புப் பண்பன்று. இஃது எண்கணிதம், மொழிப் பாடங்கள், கலைப் பாடங்கள், அல்லது பிற பாடங்கள் ஆகிய அனைத்திற்குமே பொருந்தும். சிறுவர்கள் தமக்காகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற செயல்களே இந்த நிலைகட்குப் பொறுப்பாகின்றன. இவற்றை மனத்திற்கொண்டு சிறுவர்கள் அறிவியலைக் கற்கும் முறைகளில் சிலவற்றை ஆராய்வோம்.

சோதனை செய்தலால்:

அறிவியல் விதிகளையும் பொதுமைக் கருத்துக்களையும் அறிந்துகொள்ளும் முக்கியமான முறைகளுள் சோதனை செய்தல் ஒரு வழியாகும். சோதனைகளை எளியனவாக அமைத்துக் கொள்ளல் வேண்டும்; மிகச் சாதாரணப் பொருளே போதுமானது; ஏறத்தாழ எப்பொழுதும் விரும்பத்தக்கதும் அதுதான்; மாணாக்கர்களே தம்முடைய சோதனைகளைத் தொடங்கிவைப்பதில் வல்லவர்கள்; தேவையான பொருள்களைத் தம் இல்லங்களினின்றே கொண்டு வந்துவிடுவர்; அச்சோதனைகளைச் செய்வதிலும் உற்சாகமாக இருப்பர்.

ஒரு சில குறிப்புக்களை ஈண்டு நினைவில் இருத்துதல் வேண்டும்:

1. மாணாக்கர்களைச் சிந்திக்கத் தூண்டுவதற்குக் காரணமான சோதனைகளையே மேற்கொள்ளுதல் வேண்டும். ஒவ்வொன்றையும் ஆசிரியரே வெளிப்படையாகச் சொல்லக்கூடியதாகவுள்ள ஒரு சோதனை வளர்ந்து வரும் மனங்களுக்கு ஊட்டம் அளிப்பதில்லை.

2. ஒரு சோதனையின் நோக்கத்தைப்பற்றிச் சிறுவர்கள் இடைவிடா விழிப்புடன் இருத்தல் வேண்டும். அந்த நோக்கத்தை எளிய நேர்முறையில் கரும்பலகையில் எழுதுவது எப்பொழுதும் விரும்பத் தக்கது. மாணாக்கர்களே எழுப்பிய புதிருக்குத் தீர்வுகாண்பதற்கு மேற்கொள்ளும் சோதனையில் இஃது எளிது. எடுத்துக்காட்டாக: இங்கிலாந்தில் சிறுவர்கள் குளிர் காலத்தில் பனிக்கட்டி மூடிய சாலையில் ஒரு நாள் காலையில் பள்ளிக்கு வருகின்றனர் எனக்கொள்வோம். பனிக்கட்டியைப் போக்குவதற்காகப் பள்ளிக் காவற்காரன் பள்ளி வாயிற்படிகளில் உப்பினைத் தூவி வைக்கின்றான். சிறுவர்கள் பனிக்கட்டிக்கு என்ன நேரிடுகின்றது என்றும், அங்ஙனம் ஏன் நேரிடுகின்றது என்றும் அறிய விரும்புகின்றனர். காரணத்தைக் கண்டறிவதற்காக அவர்கள் சோதனை யொன்றை ஏற்பாடு செய்யத் தீர்மானம் செய்கின்றனர். தாங்கள் சோதனை செய்வதன் காரணக் குறிப்பினை அவர்கள் உணர்கின்றனர்; ஆகவே, இறுதியான மன நிறைவினைத் தரும் முடிவிற்குத் தம் சோதனையைக் கொண்டுசெலுத்துகின்றனர். பாடப் புத்தகத்தினின்றும் வேறு சோதனைகள் எழுதல் கூடும்; ஆனால் இயன்றவரை செயல் திட்டம் மாணாக்கர்களாலேயே தயாரிக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

3. வெற்றிகரமாகச் சோதனை செய்தலுக்குக் கவனத்துடன் மேற்கொள்ளப்பெறும் திட்டமிடுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது. முடிந்தால் பொருத்தமான பொருள்கள் சிறுவர்களாலேயே திரட்டப்பெறுதல் வேண்டும். செயல்முறைத் திட்டம் ஒன்று தயாரிக்கப்பெறுதல் வேண்டும். முடிவுகளை உறுதியாக அடைவதற்கு அச் செயல்முறைத் திட்டம் மிகச் சரியாகப் பின்பற்றப்பெறுதல் வேண்டும்.

4. இயன்றவரை சிறுவர்களே சோதனைகளைச் செய்தல் வேண்டும். அவர்கள் தனித்தனியாகவோ அல்லது குழுக்களாகவோ நின்று சோதனை செய்யலாம்; இஃது அவர்கள் மேற்கொள்ளும் சோதனை வகைகளையும் கிடைக்கக் கூடிய பொருள்களின் அளவினையும் பொறுத்தது. தீ பயன்படும் சோதனைகளையும், அல்லது தீங்குகள் நேரிடக்கூடிய சோதனைகளையும்,

மிகச் சிக்கலான இயல்புடைய சோதனைகளையும் செய்ய நேர்ந்தால் அவை ஆசிரியராலேயே செய்யப்பெறுதல் வேண்டும்.

5. சிறுவர்கள் தம்முடைய வினாக்களுக்கு விடைகாணும் முறையில் சோதனைகளைத் தாமாகவே தொடங்கலாம். எந்த நோக்கத்தில் பார்த்தாலும் இவை மிகவும் மனநிறைவு தரக் கூடியவை. சில ஆசிரியர்களின் கோட்பாட்டிற்கு நேர் மாறாக, சோதனைகள் எப்பொழுதும் சிக்கலானவையாக இருக்க வேண்டிய அவசியம் இல்லை; அவை முன்னதாக ஓர் அறிவியல் பாடப் புத்தகத்தில் விவரிக்கப்பெற வேண்டியதுமில்லை. சில சமயம் அவை விவரிக்கப் பெறுகின்றன; சிலசமயம் அங்ஙனம் செய்யப் பெறுவதில்லை.

6. புத்தகங்களிலுள்ள சோதனைகளாயினும், வகுப்பினுலேயே தொடங்கப்பெறும் சோதனைகளாயினும் வழிகாட்டும் குறிப்புக்களை யொட்டி அவை மிகக் கவனமாகச் செய்யப்பெறுதல் வேண்டும்.

7. தம்முடைய முடிவுகள் மிகவும் நம்பத்தக்கனவாக இருக்க வேண்டுமாயின் தாம் ஒரு சோதனையைச் செய்யும்பொழுது என்ன நடைபெறுகின்றது என்பதை மாணுக்கர்கள் மிகவும் ஊன்றிக் கவனித்தல் வேண்டும். எடுத்துக்காட்டாக: இலைகள் நீரினை வெளியிடுகின்றனவா, இல்லையா என்பதை அவர்கள் கண்டறிய முயல்வதாக வைத்துக் கொள்வோம். அவர்கள் ஒரு தாவரத்தைக் கண்ணுடிச் சாடியால் மூடி, சாடியிலுள்ள காற்று மண்ணுடன் தொடர்பு கொள்ளாதிருக்குமாறு சோதனையை அமைக்கின்றனர். அடுத்த நாள் காலையில் சாடியின் உட்புறமேற்பரப்பில் நீர்த்துளிகள் காணப் பெறுகின்றன. சிறுவர்கள் உடனே தம்முடைய புதிருக்கு விடையைக் கண்டறிந்து விட்டதாக முடிவு கட்டுகின்றனர். ஆனுல், அவர்கள் அந் நீர்த்துளிகள் சாடியிலுள்ள காற்றினின்றும் வரவில்லை என்பதை எவ்வாறு உறுதி செய்தல் கூடும்? அவர்களால் உறுதி செய்ய முடியாது தான். ஆனுல், அவர்கள் முதலாவதைப் போலவே இன்னொரு துணைக்கருவியமைப்பினைப் பொருத்துகின்றனர் என்று வைத்துக் கொள்வோம்; இதில் தாவரச் சட்டி, ஒரு கண்ணுடிச் சாடி, மண் முதலியவை இருக்குமேயன்றி தாவரம் இராது. இரண்டு சாடிகளும் ஒன்றன் அருகில் மற்றென்றிருக்குமாறு வைக்கப்பெற்று உற்று நோக்கப்பெறுகின்றன. இந்தத் தடவை தாவரம் உள்ள சாடியின் உட்புற மேற்பரப்பில் மட்டிலும் நீர் காணப்பெற்று மற்றொரு சாடியின் அப்பரப்பில் நீர் காணப்பெருவிட்டால், அந்நீர் தாவரத்தின் இலைகளினின்றே வந்திருத்தல் வேண்டும். சோதனைகள் தம்முடைய முழுப் பொருளையும் செயல்கள்மூலம் தரவேண்டுமாயின் இத்தகைய கட்டுப் படுத்தப்பெற்றுள்ள செயல் தேர்வு வினை முறை (experimentation) மிகவும் இன்றியமையாதது. இம்மாதிரியான சந்தர்ப்பத்தில் முடிவுகள் செய்வதற்கு முன்னர் சோதனையை ஒரு தடவைக்குமேல் செய்தல் இன்றியமையாதது. (9-வது இனத்தையும் காண்க.)

8. முதல்நிலைப் பள்ளிச் சோதனைகளில் மிகச் சிக்கலான பொருளைவிட எளிய துணைக்கருவியைப் பயன்படுத்துவதே மிகவும் பொருத்தமானது. முன்னரே குறிப்பிட்டுள்ளவாறு உயர்நிலைப் பள்ளி ஆய்வகங்களினின்றும் இரவலாகப் பெறும் மிகச்சிக்கலான துணைக்கருவி எப்பொழுதும் சோதனையின் உண்மையான நோக்கத்தையே குறைத்துவிடும்; கவனத்தையும் சிதறச் செய்துவிடும்.

9. ஒரு சோதனையினின்றும் முடிவுகளைச் செய்வதில் மாணுக்கர்கள் எச்சரிக்கையுடன் இருத்தல் வேண்டும். ஒரு தடவை சோதனை செய்ததைக் கொண்டே அவர்கள் எதனையும் மெய்ப்பிக்க முடியாது. மேலும் மிகுதியாகச் செய்த சோதனைகள் மூலமோ, அல்லது நம்பகமான புத்தகங்களினின்றே அதிகமான சான்றுகளைப் பெறும்வரை தம்முடைய தீர்ப்புக்களை (findings) தற்காலிகமானவையாகவே கொள்ளல் வேண்டும், முடிவுகளைச் சரியாகவும் முழுமையாகவும் உரைக்கவேண்டும்.

10. ஒரு சோதனையிலிருந்து அன்றுட வாழ்க்கை நிகழ்ச்சிகளிலும் பிரச்சினைகளிலும் எத்தனைத் தொடர்புகள் காணமுடியுமோ அத்தனைத் தொடர்புகளை அமைத்துக் காணல் வேண்டும். இது கடினமான ஒரு படியே; ஆனுல், அறிவியல் பயில்வதற்குரிய முக்கியமான காரணங்களுள் இஃது ஒன்று. ஒரு சோதனை செய்யப்பெற்றால் அதன் பயனைப்பற்றிய முதற் படியே எடுத்துக்கொள்ளப் பெறுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, மாணுக்கர்கள் இரும்பு துருப்பிடித்தலைப்பற்றிய சோதனையைச் செய்து முடித்த பிறகு பொருள்கள் துருப்பிடிக்காமலிருக்க

வேண்டுமாயின் அவற்றை எங்ஙனம் வைத்திருத்தல் வேண்டும் என்பதை அவர்கள் அறிய விரும்பலாம். வண்ணப் பூச்சற்ற ஈரமான ஆணியொன்றையும், அதேமாதிரி வண்ணப் பூச்சுப்படலத்தால் மூடப்பெற்ற ஆணியொன்றையும் கொண்டு ஒரு சோதனை செய்யப்பெறுகின்றது. சோதனை செய்வோர் வண்ணப் பூச்சற்ற ஆணியில் துரு ஏறியிருப்பதையும் மற்றொன்றில் துரு ஏறாதிருப்பதையும் காண்கின்றனர். உண்மையான வாழ்க்கை நிகழ்ச்சியில் இந்த விதி எங்ஙனம் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது? பள்ளியில், இல்லத்தில், பள்ளிக்குச் செல்லும் வழியில், வேறிடங்களில், இவ்விதி எங்ஙனம் செயற்படுத்தப் பெறுகின்றது? அக்கருத்து உண்மையெனக் காண்பதற்கு இச் சோதனை மேற்கொள்ளப் பெற்றது. இவ்விதி செயற்படும் நிகழ்ச்சிகளினின்றும் இக்கருத்து எவ்வளவு முக்கியமானது என்பதையும் எங்ஙனம் பயன்படக்கூடியது என்பதையும் காணச் செய்தல் வேண்டும்.

சிறுவர்களைத் தம்முடைய சோதனைகள்மூலம் கற்கச் செய்வது கடினமான செயலன்று. அறிவியலறிஞர்களைப்போல முதன் முதலாகத் தகவலைக் கண்டறியும் பொருட்டுத் தாம் சோதனை செய்யவில்லை யென்றும், அறிவியல் கருத்துக்களைப் புரிந்து கொள்ளும் நோக்கத்திற்காகவே தாம் அதனை மேற்கொண்டிருப்பதாகவும் மாணாக்கர்கள் உணரவேண்டும்.

படித்தலால்:

சிறுவர்கள் அறிவியல் கற்றலின் முறைகளடங்கிய பட்டியலில் 'படித்தல்' உயர்ந்த மதிப்பினைப் பெறுகின்றது. தீப்பேற்றின் காரணமாக, சில அறிவியல் பாடங்கள் வேறு எவ்விதச் செயல்களுமின்றிப் படிக்கும் பாடப்பொழுதுகளாக (periods) மாறும் நிலைமைக்கு மோசமாகி விடுகின்றன. எனினும், படித்தலும் அறிவியல் கற்கும் வழிகளில் ஒன்று; ஆகவே, அது பயன் விளையத்தக்க கருவியாக அமையவேண்டுமாயின் சிந்தனையுடன் கூடிய திட்டமிடல் இன்றியமையாததாகின்றது. பல்வேறு வகுப்பு மாணாக்கர்களின் படிக்கும் நிலைகளுக்கேற்றவாறு சரியான நூல்கள் கிடைக்கக் கூடியனவாக இருத்தல் வேண்டும்; மாணாக்கர்கள் அவற்றைப் படிப்பதற்கு வழி காட்டலும் அமைதல் வேண்டும். ஈண்டு கூறப்பெறும் ஆய்வுக் குறிப்புக்கள் மிகவும் முக்கியமானவை:

1. சிறுவர்கட்கு அறிவியல் வகுப்புதான் தம்முடைய படிப்பில் மெய்ம்மையையும் (fact) பாவனையையும் (fancy) வேறு பிரித்து அறிவதற்கேற்ற சிறந்த இடமாகும். அஃதாவது, சில புத்தகங்கள் முற்றிலும் நுகர்வதற்கென்றே எழுதப் பெறுகின்றன என்பதை அவர்கள் அறிதல் வேண்டும்; மற்றவை அறிவின் மூலங்களாகப் பயன்படுகின்றன என்பதை உணர்தல் வேண்டும். தாம் படிப்பவற்றின் நம்பகத் தன்மையைப் பரிசீலித்து அறியக் கற்றுக் கொள்ளவேண்டும். அவர்கள் தாம் படித்தவற்றைப்பற்றி அப்படிப்பட்ட முடிவுகளுக்கு வருவதில் கவனம் செலுத்தக் கற்றுக் கொள்ளவேண்டும்; அஃதாவது, ஒரு மெய்ம்மையை ஒரு நம்பகமான மூலத்துடன் மட்டிலும் வைத்துச் சரி பார்ப்பதால் மட்டிலும் அப்புத்தகம் சரியாகவுள்ளது என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டிய அவசியம் இல்லை என்பதை உணர்தல் வேண்டும். அச்சிட்ட பக்கத்தில் ஒரு தவற்றினைக் காண்பது ஓர் அறிவு கொளுத்த வல்ல அனுபவமாக இருக்கலாம். ஒரு பொருளை அச்சில் காண்பதனால் மட்டிலும் அது சரியானது என்று சொல்வதற்கில்லை என்ற உயர்ந்த படிப்பினையை மாணாக்கன் அறிந்து கொள்ளலாம்.

2. படித்தல் மனத்தில் ஒரு திட்டமான நோக்கத்துடன் மேற்கொள்ளப்பெறுதல் வேண்டும்; அஃதாவது, ஒரு மாணாக்கன் தான் கொண்ட முடிவுகளைச் சரி பார்த்தல், தகவலைக் காணல், ஒரு சோதனையைச் செய்யும் முறையை அறிதல், ஒரு வினாவிற்கு விடையிறுத்தல், ஒரு பிரச்சினைக்குத் தீர்வுகாணல் ஆகியவை ஒரு சில நோக்கங்களாகும்.

3. ஒரு குறிப்பிட்ட தலைப்பில் படிக்கும் பொருளைப்பற்றிய பல்வேறு வகை மூலங்கள் விரும்பத்தக்கவை. இவற்றால் அதிகமாக தகவல் கிடைக்கின்றது; பல்வேறுபட்ட நோக்கங்களைக் காணவும் வாய்ப்பு ஏற்படுகின்றது.

4. அறிவியல் மாணாக்கர்கள் தனிப்பட்ட முறையில் படித்தலை ஓர் எளிய 'ஆராய்ச்சி'யாக மேற்கொள்ளுதல் மிகவும் அவசியமானது. அத்தகைய சந்தர்ப்பங்களில் கவனமாகக் குறிப்பு எடுத்தல் மிகவும் இன்றியமையாதது; இதனால் சரியான அறிக்கையை வகுப்பிற்கு நல்கலாம்.

5. படிக்கும் பொருள் பொருத்தமுடையதாக இருத்தல் வேண்டும். இது பெரும்பாலும் ஆசிரியரின் பொறுப்பாகும்; ஆனால், மாணாக்கர்

களின் துணையும் விரும்பத்தக்கது. மிகக் கடினமான அல்லது மிக எளிதான பொருள், சிறுவர்களின் விடையைத் தராத பொருத்தமற்ற பொருள் ஆகியவை ஊக்கத்தைக் கெடுக்கும். மெதுவாகக் கற்கும் மாணுக்கர்கள் அல்லது படிப்புக் குறைகளையுடையவர்கள் ஆகியோருக்குப் படிக்கும் பொருள்களைத் தேர்ந்தெடுத்தலிலும் சிறப்பான கவனம் வேண்டற்பாலது.

அறிவியலில் படித்தலிலும் கற்றலிலும் திறனை வளர்த்தல் இணைந்தே செல்லுதல் கூடும். ஆனல், அறிவியல் கற்கும் வழிகளில் படித்தலும் ஒரு வழியாகும். அதனை அதிகமாக வற்புறுத்துதல் அறிவியல் பயிற்றலின் சில அடிப்படையான நோக்கங்களைப் புறக்கணிப்பதாகும்.

அறிவியலைக் கற்று, நுகர்ந்து, அது சிறுவர் சிறுமியரின் வாழ்வில் செயற்படச் செய்வதற்கு முன்னர், அது புத்தகத்தின் பக்கங்களை விட்டு நீங்கி அவர்களின் அன்ருட அனுபவத்துடன் சிறந்த முறையில் கலந்துவிடவேண்டும். பாடப் புத்தகம் ஒரு சிறந்த வழிகாட்டியாக நின்று துணைபுரியும். ஆசிரியர்களும் மாணுக்கர்களும் இணைந்த நிலையில் பிரச்சினைகள் எழுப்பப் பெறும். பிரச்சினைக்குத் தீர்வுகாணும் வழிகள் மாணுக்கர் குழுவினுல் தீர்மானிக்கப் பெறும். அதன் பிறகு, படித்தல் மிகவும் சிறந்த, பயன் படக்கூடிய, முறையாக அமையலாம்; அமைகின்றது. பாடப் புத்தகம் நமக்குத் தேவையான தகவலைத் தருகின்றது. இதனல், ‘நாம் புத்தகத்தின் 18-வது பக்கத்தைத் திறந்து 24-வது பக்கம் வரைப் படிப்போம்; அதன் பிறகு படித்தவற்றைப்பற்றிப் பேசுவோம்’ என்பது பொருளன்று.

உற்று நோக்கலால்:

எல்லா அறிவியல் பயிற்றலிலும் உற்று நோக்கி அறிதல் மற்ருெரு இன்றியமையாத செயலாகும். தங்களுடைய புலன்களைப் பயன்படுத்துவதன்மூலம் சிறுவர்கள் பலவற்றில் அனுபவத்தை அடைதல் கூடும். பொருளின் இழைநயத்தைத் தொட்டுணர்தல் அல்லது உலர்ந்த மின்கலத்துடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள கம்பியைத் தொட்டு வெப்பத்தை உணர்தல், முகில் உண்டாதலைக் காணல், நிழல்களின் நீளத்தில் மாற்றங்களைக் காணல், பறவைகளின் குரல்களைக் கேட்டல் ஆகிய இத்தகைய பல்வேறு செயல்கள் அறிவியல் வேலையின் ஒரு முக்கியமான பகுதியாகும். இவை கற்றலை மிகவும் தெளிவுடையனவாக்குகின்றன.

பொருள்களின் சிறப்பியல்புகளை அறுதியிடவும், வளரும் பொருள்களிலுள்ள மாற்றங்களைக் காணவும், பிராணிகளின் பழக்கவழக்கங்களை அறியவும், சோதனைகளின் முடிவுகளைக் காணவும் சிறுவர்கள் உற்று நோக்குகின்றனர். ஆனல் அவர்கள் நாளுக்கு நாள் மிகச் சரியாக உற்று நோக்கவும், தம்முடைய உற்று நோக்கல்களைக் கவனமாக அறிவிக்கவும் கற்றுக் கொள்ள வேண்டும்.

மிகச் சரியாக உற்று நோக்கும் திறனும் உற்று நோக்கினவற்றைச் சரியாக அறிவிக்கும் திறனும் மிகவும் இன்றியமையாதவை. இவையின்றிச் சோதனை செய்தல் முற்றிலும் வீணன செயலாக முடியும். சிறுதொலைப் பயணங்களும் காட்சித் துணைக்கருவிகளும் இவையின்றிப் பயனுள்ளவையாகா. நம்முடைய உற்று நோக்கல்களில் மிகக் கவனமாக இருக்க நாம் பயிற்சி பெறுவோமாயின் நம்முடைய அன்ருட வாழ்க்கைச் சூழல்களினின்றே எத்தனையோ செய்திகளை அறிந்து கொள்ளலாம். தம் பள்ளி வாழ்க்கையிலேயே இம்முறையில் கற்கும் அனுபவத்தை அடையும் மாணுக்கர்கள் இங்ஙனம் கற்காதவர்களை நோக்க விரைந்தோடும் தொடக்கத்தைப் பெற்றவர்களாகின்றனர்.

சிறுதொலைப் பயணங்களை மேற்கொள்ளலால்:

பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காண்பதற்காகவும் தகவலை அடையும் நிகழ்ச்சிகளை நன்கு புரிந்து கொள்ளவும் மேற்கொள்ளப்பெறும் சுற்றுலாக்கள் (excursions) தொடக்க அறிவியலில் முக்கியமான செயல்களாகும். பூங்காக்கள், பிராணிக் காட்சிச்சாலை, தொலைப்பேசிப் பறிமாற்ற நிலையம், மரம் அறுக்கும் வாள் பட்டடை, வானவூர்தி நிலையம், குடிநீர் தூய்மையாக்கப்பெறும் இயந்திர அமைப்பு, நெல்வயல், பள்ளிக்கு அண்மையிலுள்ள இத்தகைய வேறு இடங்கள் ஆகியவற்றிற்கு ஆசிரியர்களும் மாணுக்கர்களும் சிறுதொலைப் பயணங்களை மேற்கொள்வர். இத்தகைய பயணங்களை நன்குத் திட்டமிட்டு மாணுக்கர்கள் ஊக்குவிக்கப்பெருவிடில், அவை ஆசிரியருக்குத் தலைவலியை நல்கும்; மாணுக்கர்கட்கு ஏதோ ஒருவித விடுமுறை கிடைக்கும்; பள்ளிக்கும் கேடு பயக்கும் பொது மக்கள் உறவுகள் நேரிடும்.

C. சிறுவர்கள் அறிவியல் கற்கும் முறை

நம் மனத்தில் ஒரு திட்டமான நோக்கத்துடன் சிறுவர்கள் சுற்றுலாக்களை மேற்கொள்ள வேண்டும்; சிறுதொலைப் பயணங்களால் அடையும் நேரடியான அனுபவத்தால் பல வினாக்களுக்கு மிகச் சரியான விடைகளைக் காணல் முடியும் என்பதை நினைவில் வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். சிறுவர்கள் தம்முடைய சிறு தொலைப் பயணத்தின் நோக்கத்தை நன்கு அறிந்திருத்தல் வேண்டும்; இதில் வழிகாட்டியாகப் பங்கு பெறுவோர் சிறுவர்கள் பார்க்க வேண்டியவற்றையும் கற்கவேண்டியவற்றையும் முதலிலேயே அறிந்துகொண்டிருத்தல் வேண்டும்; ஆசிரியர் முதலில் தான் மட்டிலும் தனியாக அந்த இடங்கட்குச் சென்று அங்கு வழிகாட்டியாகப் பங்குபெறுவோரிடம் கலந்து ஆராய வேண்டும். மாணாக்கர்கள் குழுவாக நின்று இயங்குவதில் ஆசிரியர் அந்த வழிகாட்டிக்குத் துணைபுரிந்து பலவற்றைக் காண்பதற்கும், அவற்றைப்பற்றி வினாக்களை விடுப்பதற்கும் நல்ல வாய்ப்புக்களை உறுதியாகப் பெறச் செய்தல் வேண்டும்.

சுற்றுலாக்கள் கற்கவேண்டிய பாடத்தின் முழுப்பகுதியாக அமையவேண்டுமேயன்றி சுற்றுலாக்கள் செல்லல் வேண்டும் என்பதற்காக அவற்றை மேற்கொள்ளலாகாது. சிறு தொலைப் பயணங்கள் ஓர் அறிவியல் பாடத்திட்டத்திற்கு மதிப்பிட முடியாத அளவிற்குப் பயன்களை விளைவித்தல் கூடும்; அல்லது அவை வீண் காலம் கழித்தலாகவும் முடியும். சுற்றுலா செல்வதற்குரிய காலத்தைவிட அதனைத் திட்டமிடுவதற்கும், அச்சுற்றுலாவினால் பெறும் நல்விளைவுகளைத் திரட்டியறிவதற்கும் அதிகக் காலத்தைச் செலவிடல் வேண்டும். இப்படிச் செய்வதால் சுற்றுலாவின் முழுப்பயனையும் பெறலாம்.

காட்சித் துணைப்பொருள்களைப் பயன்படுத்தலால் :

மாணாக்கர்கள் அறிவியல் கற்கும் இன்னொரு முறை அசைவுப் படத்தின்மூலம் அல்லது பிற வகைப் படத்தின்மூலம் ஆகும். முதல்நிலைப் பள்ளி அறிவியல் பயிற்றலில் காட்சித் துணைக் கருவிகளைப் பயன்படுத்தும் அவசியத்தைப்பற்றி மிக அதிகமாகவே கூறப்பெற்றுள்ளது. இன்று கிடைக்கக் கூடிய சில துணைக்கருவிகளின்றி ஓர் அறிவியல் பொடத்திட்டச் சல்திசை (science course) முற்றுப் பெறுவதில்லை; ஆனால் அதன் பெரும்பகுதி அத்துணைக்கருவிகளைப் பயன் படுத்துவதைப் பொறுத்துள்ளது. அசைவுப் படங்களும் திரைப்படத் துண்டுகளும் (film-strips) பயன்படக்கூடிய பல வகைத் துணைக் கருவிகளில் ஒரு வகையைச் சார்ந்தவை. இவற்றிற்குச் சமமாகப் பயன்படக்கூடிய வேறு பலவும் உள்ளன.

அசைவுப் படங்களும் திரைப்படத் துண்டுகளும் பயன்படுத்தப் பெற்றால் அடியிற் காணும் இன்றியமையாத குறிப்புக்களைக் கருத்தில் இருத்துதல் வேண்டும்.

1. ஒரு புத்தகத்தைத் தேர்ந்தெடுத்தலைப் போலவே ஒரு ஃபிலிமைத் (film) தேர்ந்தெடுத்தலும் மிகவும் முக்கியமானதாகும். மேல் நிலைகளில் பயன்படுத்துவதற்கென்று திட்டம் செய்யப்பெற்ற ஃபிலிம்கள் தொடக்கநிலை மாணாக்கர்களுக்குப் பொதுவாகப் பயன் அளிக்கக் கூடியவை அன்று. எடுத்துக்கொண்ட பிரச்சினையில் நேரடியாகத் தொடர்புள்ள ஃபிலிம்களையும் எந்த நிலைகளுக்குப் பயன்படுத்துவதற்கென்று சிறப்பாகத் தயாரிக்கப்பெற்றனவோ அந்நிலை ஃபிலிம்களையுமே தேர்ந்தெடுத்தல் வேண்டும்.

2. ஃபிலிம்கள் காட்டப்பெறுவதற்குத் தகுதியுடையனவா என்பதைத் தீர்மானிக்கவும், அவற்றைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஆயத்தம் செய்யவும் ஆசிரியராலும் மாணாக்கர் குழுவாலும் முன்னதாகவே பார்க்கப்பெறுதல் வேண்டும். ஒரு ஃபிலிமை முன்னதாகப் பார்த்தல் அது பயன்படுத்தப்பெற வேண்டிய நோக்கத்தை அறுதியிடவும், அஃது எப்பொழுது (ஒரு பாடத்தின் தொடக்கத்தில், நடுவில், அல்லது இறுதியில்) காட்டப்பெறல் வேண்டும், அல்லது இந்நிலைகளில் ஒரு தடவைக்கு மேற்பட்டுக் காட்டப் பெறுதல் வேண்டுமா என்பதை அறுதியிடவும் துணை செய்கின்றது.

3. ஃபிலிமைப் பார்ப்பதற்கு முன்னர் வகுப்பும் ஆயத்தப்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். ஃபிலிமில் என்ன பார்க்க வேண்டும், அவற்றை ஏன் பார்க்க வேண்டும் என்பதை மாணாக்கர்கள் அறிதல் வேண்டும்.

4. ஒரு ஃபிலிமைப் பார்த்தவுடன் அதனைத் தொடர்ந்து நடைபெறும் சொல்லாடல் (discussion) மிகவும் இன்றியமையாதது. இத்தகைய சொல்லாடல் நடைபெறுங்கால் வினாக்கள் விடுக்கப்பெறுகின்றன; கருத்துக்கள் தெளிவடைவிக்கப்பெறுகின்றன; மேலும் விளக்கங்கள் தரப்பெறுகின்றன.

5. ஃபிலிம்கள் வேடிக்கைக்காகவோ அல்லது பொழுதுபோக்கிற்காகவோ காட்டப்பெறவில்லை என்பதையும், அவை கற்றலின் நோக்கத்திற்காகவே கையாளப்பெறுகின்றன என்பதையும் மாணுக்கர்கள் உணர்வதற்கேற்ற முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பெறுதல் வேண்டும்.

அசைவுப் படங்களும் திரைப்படத் துண்டுகளும் முதல்நிலைப் பள்ளி அறிவியலில் பயன்படுத்தப்பெறும் காட்சித் துணைக்கருவிகளுள் ஒரு வகையாகும். பருவ வெளியீடுகளிலும் அவை போன்ற இதழ்களிலும் வெளிவரும் படங்கள் பல சமயங்களில் புறக்கணிக்கப்பெறுகின்றன. பல பள்ளிகளில் ஆசிரியர்கள், மாணுக்கர்கள், பெற்றோர்கள் இவர்களின் கூட்டுறவால் மிக அருமையான பயிற்றுவதற்குரிய படங்கள் திரட்டி வைக்கப்பெறுகின்றன. பிராணிகள் எங்ஙனம் வளர்கின்றன, அவை எங்ஙனம் தம் சூழ்நிலைக்கிணங்க மாறுகின்றன, அவை எங்கு வாழ்கின்றன, அவை எவற்றை உண்கின்றன—இவை போன்ற செயல்களை விளக்கும் படங்கள் இதற்கு எடுத்துக்காட்டுக்களாகும். நாம் எவ்வாறு மின்சாரம், பொறிகள், வில்லைகள் (lens), பல்வேறுவகை ஆற்றல் ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்துகின்ரேம் என்பவற்றைக் காட்டும் படங்கள் வேறு எடுத்துக்காட்டுக்களாகும். இவை சில முக்கியமான கருத்துக்களை விளக்குவதற்காகத் திரட்டப்பெறுகின்றனவேயன்றி, வெறும் படக்குவியலாக இருப்பதற்கன்று என்பது முக்கியமாக நினைவிலிருத்தவேண்டிய தொன்ருகும்.

கருத்துக்களைத் தெளிவாக்குவதற்கு மாதிரி உருவங்கள் (models) மிகவும் பயனளிக்கின்றன; அவை முக்கியமாக அந்த நோக்கத்திற்காகவே பயன்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். தொடக்க நிலை அறிவியல் வகுப்புக்களில் மாதிரி உருவங்கள் அமைத்தலுக்குப் பல சான்றுகள் உள்ளன; இவை யாவும் கிட்டத்திட்ட முற்றிலும் காலத்தை வீணுக்கும் செயல்களாகவே அமைகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக: முதல்நிலைப் பள்ளி நிலையில் மலரின் பகுதிகளைக் காட்டுவதற்கு மெழுகினுல் மாதிரி உருவம் அமைத்தல் மிகவும் பயன்படக் கூடியதன்று; ஏனெனில் மலரின் அமைப்பினைப்பற்றிய விரிவான அறிவு இந்நிலை மாணுக்கர்கட்கு இன்றியமையாததன்று. ஆயினும், கதிரவன் மண்டலத்தைப் பற்றிய கடினமான பொதுமைக் கருத்துக்கள் கதிரவன் மண்டலத்தைக் காட்டும் மாதிரி உருவத்தால் மிக எளிதாக விளக்கம் பெறுகின்றன. அது கதிரவன் மண்டலத்திலுள்ள கோள்களின் ஒப்புமைசார்ந்த பருமன்களையும், அவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொலைவுகளையும் பற்றிய கருத்தினைத் தருகின்றது; அது சிறுவர்கள் கையாளக்கூடிய பருமன், இடைவெளி (space) பற்றிய பொதுமைக் கருத்துக்களை மிகவும் தெளிவாக மனத்தில் கொள்ளவும் மாணுக்கர்கட்குத் துணைபுரிகின்றது. பயிற்றும் வேறு துணைக்கருவிகளை அமைத்தலைப்போலவே மாதிரி உருவம் அமைக்கும் நோக்கத்தையும் கவனமாகச் சிந்தித்தல் வேண்டும். வானிலை பற்றிய கருவிகளின் மாதிரி உருவங்களை அமைத்தலும் சமநிலை விளையாட்டுக் கருவிகளை அமைத்தலும் சிறுவர்கள் புரிந்து கொள்வதில் பங்கு கொள்ளும் கட்டுமானச் செயல்களாகும்.

இங்ஙனம் மாணுக்கர்கள் அறிவியலைக் கற்கக் கூடிய பல்வேறு வகைச் செயல்கள் உள்ளன. எது நிறைவேற்றப்பெறல் வேண்டுமோ அதனைப் பொறுத்தே அச்செயலைத் தேர்ந்தெடுத்தலும் அமைகின்றது. அது புரிந்து கொள்ளல், கவர்ச்சியூட்டுதல், தெளிவு பெறுதல் இவற்றிற்குத் துணைபுரியக் கூடியதாகவுள்ள ஒரு செயலாக இருக்கட்டும்; செயல்வேண்டும் என்பதற்காக ஒரு செயலை மேற்கொள்ளல் விரும்பத்தக்கதன்று. ஒரு செயல் ஓர் அறிவியல் விதியை அல்லது கருத்தினை மிகத் தெளிவாக்கவேண்டும்; மிகக் கவர்ச்சியுடையதாக்கவேண்டும்; அது மாணுக்கர்களுடைய மனங்களும் கைகளும் பங்கு பெறுவதற்கு வாய்ப்பினையும் நல்குதல் வேண்டும்.

D. அறிவியல் பயிற்றுவதற்குரிய மூலவளங்கள்

சிறுவர் சிறுமியருக்கு நமது கல்வித் திட்டம் மிகவும் உயிருள்ளதாகவும் பொருள் பொதிந்துள்ளதாகவும் இருப்பதற்கு நமது கையிருப்பிலுள்ள மூலவளங்களைப் (resources) பயன்படுத்த வேண்டுமென்று நாம் தொடர்ந்து தூண்டப்பெறுகின்ரேம். அடிக்கடிப் பாடப்பொருளும் பயிற்று முறைகளும் நமக்கு அண்மையிலுள்ள பொருள்களையே தொலைவிலுள்ளனவாகவும்

அயல்நாட்டிற்குரியனவாகவும் செய்துவிடுகின்றன ; நாம் அவற்றைச் சிறுவர்களின் அனுபவங்களுடன் தொடர்புறுத்திக் கற்பிக்காமையே இதற்குக் காரணமாகும். ஒரு நாட்டுப் புறத்தில் நிகழக்கூடிய எல்லா மூலவளங்களும் அடங்கியுள்ள பட்டியல் முடிவில்லாதது ; இரண்டு நிலப் பகுதிகளில் நிகழக்கூடியவை ஒரே மாதிரியாகவும் இரா.

இங்கு காட்டப்பெற்றுள்ள மூலவளங்கள் குறைந்தது மூன்று வழிகளில் பயன்படக் கூடியவை : அவை உற்று நோக்கும் மாணாக்கர்களை அதிகமாக வினாக்களை விடுப்பதற்கு அகத்தெழுச்சியைத் தருகின்றன; இந்த வினாக்களுக்கு விடை காணுவதற்குரிய மூலங்களாக இவை உதவுகின்றன ; மேலும் இவை அறிவியல் பொதுமைக் கருத்துக்களை மிகவும் உண்மையுடையனவாக்கத் துணைபுரிகின்றன.

மூலவளங்கள் :

இதனைத் தொடர்ந்துவரும் பக்கங்களில் உள்ளூர் மூலவளங்களுக்குரிய சிலவகை எடுத்துக்காட்டுக்களும், அவற்றைப் பயன்படுத்துவதற்குரிய கருத்தேற்றங்களும் அடங்கியுள்ளன :

1. சரளைக்கல் குழி அல்லது கற் சுரங்கம்: கீழ் கூறியவற்றை அறிவதற்குப் பயன்படலாம்: பல்லாண்டுகளில் பூமியின் மேற்பரப்பு எவ்வாறு மாறியுள்ளது என்பதை அறிதல்; மனிதன் பூமியிலுள்ள பொருள்களை எங்ஙனம் பயன்படுத்துகின்றான் என்பதற்கு எடுத்துக்காட்டுக்களைக் காணல்;நில உட் கூற்றியல் பொருள்களை உற்று நோக்கல்கள் எங்ஙனம் அறிவியலறிஞர்கட்குப் பூமியின் வயதினையும் தட்ப வெப்ப நிலையின் மாற்றங்களையும் அறியத் துணைபுரிகின்றன என்பதை அறிதல் ; பொறிகள் எங்ஙனம் திட்டமிடப் பெற்று மனிதனுக்குப் பணிபுரியப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன என்பதைக் காணல் ; கடந்த காலப் பிராணிகளின் ஆராய்ச்சியில் பயன்படுத்துவதற்காகத் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளைக் (fossils) கண்டறிதல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: பொருள்களை உற்று நோக்குவதற்காகவும் அவற்றைத் திரட்டுவதற்காகவும் ஒரு சிறுதொலைப் பயணத்தை மேற்கொள்க ; மேற்கண்ட இடங்கட்கு உரியவர் வாயிலாக அவ்விடங்கள்பற்றியும், அங்குள்ள பொருள்கள் எங்ஙனம் விற்பனை செய்யப்பெறுகின்றன என்பதுபற்றியும், என்ன பாதுகாப்பு முன்னேற்பாடுகள் மேற்கொள்ளப்பெறுகின்றன என்பதுபற்றியும், இவைபோன்ற பிறவற்றைப் பற்றியனவுமான செய்திகளடங்கிய பேச்சினைக் கேட்க.

2. பள்ளிக்கருகிலுள்ள காடு : ஈண்டு கூறியவற்றை அறியப் பயன்படலாம் : பருவங்கள் மாறுவதற்கேற்பப் பிராணிகளும் தாவரங்களும் உண்டாக்கும் மாற்றங்களைக் கண்டறிதல்; தாவரங்கள், பிராணிகள் இவற்றின் பழக்க வழக்கங்களை ஆய்தல் ; பிராணிகள் எங்கு வாழ்கின்றன என்பதைக் காணல் ; பிராணிகளின் வாழ்வும் தாவரங்களின் வாழ்வும் எங்ஙனம் ஒன்றையொன்று சார்ந்து நிற்கின்றன என்பதைக் காணல் ; ஈரம், வெப்பம், கதிரவனின் ஒளியளவு போன்ற பௌதிகச் சுற்றுப்புறச் சூழல்கள் உயிர் வாழ்வனவற்றை எங்ஙனம் தாக்குகின்றன என்பதைக் காணல்; பயன்தரும், தீங்கு பயக்கும் பிராணிகட்கும் தாவரங்கட்கும் எடுத்துக்காட்டுக்களைக் கண்டறிதல்; இயற்கையின் வியப்புக்களைக் கண்டு மகிழ்தல்; பல்வேறு சேமிப்பு நிலைகளை ஆய்தல்.

நிகழக்கூடிய பயன் : பொருள்களை உற்று நோக்கவும், அவற்றைத் திரட்டவும் ஒரு சிறு தொலைப் பயணத்தை மேற்கொள்க ; தேர்ந்தெடுத்த பொருள்களை வகுப்பிற்குக் கொணர்க.

3. தீக்கிரையான ஒரு பகுதி (சாலையோரம், வயல், காடுகள்) : அடியிற் கூறப்படுவனவற்றை அறியப் பயன்படலாம்: எரிதலால் பிராணிகட்கும் தாவரங்கட்கும் நேரிடும் விளைவுகளைக் கண்டறிதல் ; தீ ஏற்படுவதற்குரிய காரணங்களை ஆராய்தல் ; கேடுகளை விளைவிக்கக்கூடிய தீ ஏற்படாமல் தடுக்கும் முறைகளைப்பற்றிய அக்கறையை எழுப்புதல் ; அத்தகைய தீயைத் தடுப்பதற்குரிய முறைகளைக் கற்றல்; அத்தகைய பகுதிகளில் மீண்டும் வாழ்க்கை எங்ஙனம் தொடங்குகின்றது என்பதை உற்று நோக்கல் ; அத்தகைய பகுதியில் மறு சீரமைப்பதற்கு எவ்வளவு காலம் ஆகின்றது என்பதுபற்றிய குறிப்பு எடுத்தல்; அத்தகைய பகுதியின் அரிமானத்தில் (erosion) எரிதலின் விளைவுகளைக் காணல்.

நிகழக்கூடிய பயன் : தீயின் விளைவுகளைத் தேர்ந்து அறிவதற்காக அப்பகுதியினைப் பார்வையிடுக ; தீயினால் அழிக்கப்பெற்ற பொருள்களைத் திரட்டி அவற்றைக் கூர்ந்து நோக்குக.

4. அண்மையிலுள்ள புலம்: அடியிற் கூறப்பெறு வனவற்றை அறியப் பயன்படலாம்: அரிமானம் (erosion) எங்ஙனம் தொடங்குகின்றது, அஃது எங்ஙனம் நிகழாமல் தடுக்கப்பெறலாம் என்பவற்றைக் காண அரிமானத்தைப்பற்றிய சான்றுகளைக் கண்டறிதல்; இலையமைப்புக்கள், வேரின் நீளம், அதன் அமைப்புக்கள், இலையின் இழைநயம் (texture) போன்றவற்றைக் கவனித்துத் தாவரங்கள் எவ்வாறு சூழ்நிலைக்கேற்பத் தம்மைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன என்பதை அறிதல்; பல்வேறு வகைப் பூச்சிகள் எவ்வாறு சூழ்நிலைக்கேற்பத் தம்மைச் சரிப்படுத்திக்கொள்ளுகின்றன, அவை எவ்வாறு பயனுள்ளவையாக அல்லது தீங்கு பயப்பனவாக உள்ளன, எவ்வாறு தீங்கு பயப்பவை அழிக்கப்பெறுகின்றன என்பவற்றை உற்று நோக்கல்; பயிர் செய்யப்பெற்றுள்ள புலமாக இருந்தால், தாவரங்களுக்கு ஈரம் நல்கி எவ்வாறு பராமரிக்கப் பெறுகின்றன என்பதைக் கூர்ந்து நோக்கல்; உயரமான பகுதிகளிலும் தாழ்ந்த பகுதிகளிலும் ஈரத்தின் பல்வேறு அளவுகளைக் கவனித்தல்; ஈரம் அதிகமாகவுள்ள இடத்தில் பயிர்ப் பச்சைகள் (vegetation) எங்ஙனம் வேறுபடுகின்றன என்பதைக் காணல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: தாவரங்களை உற்று நோக்குவதற்காகப் பார்வையிடுக; சிலவற்றைத் தோண்டி எடுத்துவந்து மேலும் ஆராய்க; அருகிலிருந்து உற்றுநோக்கவும் ஆராயவும் பூச்சி வகைகளைச் சேகரம் செய்க; தகுந்த ஒருவரைக்கொண்டு களையும் பூச்சியும் எவ்வாறு கட்டுப்படுத்தப்பெறுகின்றன என்பதிலுள்ள பிரச்சினைகளை வகுப்பில் ஆராயச் செய்க.

5. கட்டப்பெறும் நிலையிலுள்ள ஒரு புதிய கட்டடம் இவற்றை அறியப் பயன்படலாம்: மின்சார கம்பி இணைப்பு எங்ஙனம் அமைக்கப் பெறுகின்றது என்பதைக் காணல்; எங்ஙனம் மின்சாரம் பாயாமல் கட்டடம் காப்பிடப்பெறுகின்றது என்பதைக் காணல்; என்னென்ன வெவ்வேறு வகைப் பொருள்கள் கட்டடத்தில் பயன்படுகின்றன என்பதைக் காணல்; அடித்தளத்தினின்றும் (basement) தோண்டி எடுத்த மண்ணைத் தோட்டத்து மண்ணுடன் வைத்து ஒப்பிட்டு ஆராய்தல்; எங்ஙனம் சாக்கடை நீர் அகற்றப் பெறுகின்றது என்பதை அறிதல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: ஆராய்ச்சிக்காகக் கட்டடப் பொருள்களைச் சிறிது அளவுகளில் திரட்டுக.—எ. டு. பல்வேறு காப்பிடு முறைகளைக் காட்டும் மின் கம்பிகள், கல்நாரும் (rock wool) அது போன்ற வேறு வகைக் காப்பிடும் பொருள்களும், மண் வகைகள் முதலியவை; மின் இணைப்பு செய்வோர், நீர்க் குழல்களை அமைப்போர் (plumbers), இவைபோன்ற செயல்களை நிகழ்த்துவோர் ஆகிய பணிமக்களுடன் கலந்து உரையாடுக; கிணறு வெட்டவேண்டியிருந்தால் அஃது அமைய வேண்டிய இடத்தைக் குறிப்பிடுவதையும் தோண்டப்பெறும் முறையையும் கூர்ந்து நோக்குக; வீட்டினுள் நீர்க்குழல் அமைத்தல் செய்யப்பெற வேண்டுமாயின், நீர்க் குழல் அமைத்தல், சாக்கடைக்குழி இருக்க வேண்டிய இடத்தைக் குறிப்பிடுதல் ஆகியவற்றைத் தேர்ந்து ஆராய்க; வீட்டிற்கு வெளியில் உடல் ஒப்பனை செய்யும் அறை (toilet) அமைக்கப்பெற்றிருந்தால், அது நீர் வசதியை யொட்டி எங்கு அமைக்கப்பெற்றுள்ளது, அக்குறிப்பிட்ட இடம் தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதற்குக் காரணம் என்ன என்பவற்றைக் கண்டறிதல்.

6. மரமறுக்கும் ஆலை யொன்று அடியிற் காண்பவற்றை அறிந்து கொள்ளப் பயன்படலாம்: வெட்டுவதற்கு மரங்கள் எவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கப்பெறுகின்றன என்பதை அறிதல்; இளம் வெட்டு மரங்கள் எவ்வாறு பாதுகாக்கப் பெறுகின்றன என்பதைக் கண்டறிதல்; எந்த வகை மரங்கள் மிக உயர்ந்தவை, ஏன் மிக உயர்ந்தவை எனக் கருதப்பெறுகின்றன என்பதை அறிதல்; பொறிகள் பயன்படுவதை உற்றுநோக்கல்; எவ்வாறு கரடுமுரடான மரத் துண்டுகள் ஆக்கப்பெறுகின்றன, அவை பின்னர் எங்ஙனம் செவ்வையானவையாக்கப் பெறுகின்றன என்பதை அறிதல்; ஒரு பகுதியிலுள்ள மரங்கள் வெட்டப்பெற்ற பின்னர் அங்குப் பிராணிகளின் வாழ்க்கையிலும், தாவரங்களின் வாழ்க்கையிலும் காணப்பெறும் மாற்றங்களை உற்றுநோக்கல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: மரமறுக்கும் ஆலையின் வினைமுறைகளைக் காண்பதற்காக அதனைப் பார்வையிடுக; சில மாதிரி மரத்துண்டுகளைக் கொண்டுவந்து அவற்றில் காணப்பெறும் வளர்ச்சி வளையங்களைக் (growth rings) காண்க; காடுகளில் மரங்கள் எவ்வாறு வெட்டப்பெறுகின்றன என்பதைக் காண அவற்றின் ஊடே போய் வருக; பல்வேறு பொறிகள் எங்ஙனம் தொழிலாளர்கட்குப் பயன்படுகின்றன என்

பதை உற்றுநோக்கும்பொருட்டு அவற்றைத் தேர்ந்து அறிக.

7. ஒரு பண்ணை பின் கண்டவற்றை அறிவதற்குப் பயன்படலாம்: பல்வேறு வகையில் உணவைச் சேகரித்துக் காப்பாக வைக்கப் பெறும் முறைகளை உற்றுநோக்கல்; பிராணிகளைப் பாதுகாக்கும் வழிகள்; தோட்டக் காய் கறிகளையும் பூக்களையும் பயிரிட்டு உற்பத்தி செய்தல்; வீடு, புலம், களஞ்சியம், தோட்டம், இன்கனிச் சோலை இவ்விடங்களில் பொறிகள் பயன்படுவதை உற்றுநோக்கல்; எங்ஙனம் கட்டடங்களும் இடங்களும் நெருப்புக்கிரையாகா வண்ணம் பாதுகாக்கப்பெறுகின்றன, எங்ஙனம் விபத்துக்கள் தடுக்கப்படுகின்றன என்பவற்றை உற்றுநோக்கல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: அறிவியல் செயற்படும் நிகழ்ச்சிகளைக் காண்பதற்காக ஒரு பண்ணையைப் பார்வையிடுக; வீடுகளில் மாணுக்கர்கள் கண்ட அறிவியல் மெய்மைகளையும் அதன் செயற்படும் நிகழ்ச்சிகளையும் எடுத்துரைக்கச் செய்க.

8. ஒரு காய்கறி, பூந்தோட்டம் இவற்றை அறிவதற்குப் பயன்படலாம்: தாவரங்கள் எங்ஙனம் தேவையான அளவு ஒளி, ஈரம், வளர்ச்சிக்குத் தேவையான வேறு இன்றியமையாத பொருள்களைப் பெறுகின்றன என்பதை ஆராய்தல்; பயிரிடுவதற்கேற்றவாறு நிலம் எங்ஙனம் தயாராக்கப்பெறுகின்றது, தாவரங்கள் எங்ஙனம் நடப்பெறுகின்றன, விதைகள் எங்ஙனம் தெளிக்கப்பெறுகின்றன என்பவற்றை அறிதல்; எங்ஙனம் மலர்களினிடையே தன்-மகரந்தச் சேர்க்கை, பர-மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெறுகின்றன, விதைகள் எங்ஙனம் முளைத்து வளர்கின்றன என்பவற்றை ஆராய்தல்; பல்வேறு வகைத் தாவரங்கள் வளர்வதற்கு என்னென்ன மண் வகைகள் பொருத்தமானவை, எங்ஙனம் மண் சோதிக்கப்பெறுகின்றது என்பவற்றை அறிதல்; தாவரங்கள் எவ்வாறு உணவைச் சேகரிக்கின்றன, பருவ காலங்களுக்கேற்ப எங்ஙனம் தாவரங்கள் மாற்றமடைகின்றன என்பவற்றை உற்றுநோக்கல்.

நிகழக் கூடிய பயன்: தாவரங்களையும் அவற்றின் வளர்ச்சி முறைகளையும் உற்றுநோக்குவதற்காக ஒரு தோட்டத்தைப் பார்வையிடுக; விதைகள் பரவும் வகைகளைக் காட்டும் விதைகளையும் (பழங்களையும்) திரட்டுக; தாவரங்கள் எங்ஙனம் வளர்கின்றன என்பதை அறிவதற்காக வகுப்பில் விதைகளை முளைக்க விடுக; ஒளி, வெப்பம், ஈரம் ஆகியவை தாவரங்களின் வளர்ச்சியில் பங்கு பெறுவதைக் காட்டும் சோதனைகளைச் செய்க; நடைமுறையில் இயலக் கூடுமாயின் தாவரங்கள் வளர்வதைப்பற்றி இன்னும் அதிகமாக அறிந்து கொள்வதற்காக ஒரு பள்ளித் தோட்டத்தை அமைத்திடுக.

9. தேனீக்களை வளர்க்கும் இடம் இவற்றை அறிவதற்குப் பயன் படலாம்: தேனீக்கள் எங்ஙனம் பாதுகாக்கப்பெறுகின்றன என்பதை உற்றுநோக்கல்; கூடுகள் எங்ஙனம் அமைக்கப் பெறுகின்றன, குளிர் காலத்திற்கேற்ப அவை எங்ஙனம் தயாரிக்கப்பெறுகின்றன என்பவற்றை அறிதல்; தேனீக்கள் கூட்டமாகச் சேருங்கால் என்ன நிகழ்கின்றது, ஈக்கள் எங்ஙனம் கவனமாகக் கையாளப்பெறுகின்றன, தேனீக்கள் மனிதனுக்கு எவ்வகையில் துணை செய்கின்றன என்பவற்றை அறிதல்; தேனீக்கள் செயற்படுவதை உற்றுநோக்கிக் கூட்டினுள் வாழ்க்கை எங்ஙனம் நடைபெறுகின்றது என்பதை அறிதல்; சமூகமாக வாழும் பூச்சிகட்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டைக் கண்டு அத்தகைய பூச்சிகள் மனிதனுக்கு எங்ஙனம் பயன்படுகின்றன என்பதை அறிதல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: பல்வேறு செயல்களை உற்றுக் கவனிப்பதற்காக ஒரு தேனீப் பண்ணையைப் (apiary) பார்வையிடுக; தேனீக்களைப்பற்றி அறிந்துகொள்ளவும் அவை எங்ஙனம் வாழ்கின்றன என்பதை அறியவும் தேனீக்களை வளர்ப்போரைக் கண்டு பேசுக; இறந்த தேனீக்களை ஒரு 'படிக்கும் கண்ணுடி' (reading glass) அல்லது நுண் பெருக்கி (microscope) மூலம் உற்றுநோக்குக.

10. பள்ளியின் களத்திலுள்ள ஒரு மரம் இவற்றை அறியப் பயன்படலாம்: பருவத்திற்கேற்ற மாற்றங்கள், இலையமைப்புக்கள், மொட்டு உண்டாகி வளர்தல் இவற்றைக் கூர்ந்து நோக்கல்; பறவை வாழ்க்கையினையும் கூடுகளையும் பார்த்துப் பறவைகளின் பயன்களை அறிதல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: இடையிட்ட காலங்களில் மரத்தை உற்றுநோக்கிக் காண்பவற்றை ஆராய்க; சிறிய கிளைகளை வெட்டி அவற்றை நுணுகி ஆராய்க.

11. ஒரு பழத் தோட்டம் அடியிற் கண்டவற்றை அறியப் பயன்படலாம்: தாவரங்கள் எங்

ஙனம் நடப்பெறுகின்றன, அவற்றின்மீது நீர் (அல்லது மருந்து) எங்ஙனம் தெளிக்கப்பெறுகின்றது, அவை எங்ஙனம் கத்தரிக்கப்பெறுகின்றன என்பவற்றை அறிதல்; தாவரங்களுக்குப் பயன்படும் பூச்சிகட்கும் (தேனீக்கள்), தாவரங்கட்குத் தீங்கு பயக்கும் பூச்சியினங்கட்கும் [செதில்கள் (scales), ஏஃபிட்கள் (aphids)], தாவரங்கட்கும் ஏனைய பூச்சியினங்கட்கும் உள்ள உறவுமுறையினைக் காணல்; உணவினைத் தருவதற்காக மனிதன் தாவரங்களைப் பயன்படுத்தும் எடுத்துக் காட்டினைக் காணல்; தாவர வளர்ச்சியில் திடீரென ஏற்படும் வெப்ப மாற்றங்கள் அல்லது வேறு கால நிகழ்ச்சிகளை உற்றுநோக்கல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: ஆண்டில் பல்வேறு காலங்களில் மரங்களை உற்றுநோக்குவதற்காகப் பழத்தோட்டத்தினைப் பார்வையிடுக; ஒரு சில பூக்களைக் குறிப்பிட்டு, காலம் செல்லச் செல்ல அவற்றில் என்ன நிகழ்கின்றன என்பதை உற்றுநோக்குக; சில பூச்சிகளையும், அப்பூச்சிகளால் சிதைக்கப்பெற்ற பழங்களையும் திரட்டி அவற்றை ஆராய்க.

12. ஒரு சிறு ஓடை அல்லது குளம் இவற்றை அறியப் பயன்படலாம்: பல்வேறு வகைத் தாவரங்களை உற்று நோக்கி தண்டுகள், வேர்கள், இலைகள், பூக்கள், பழங்கள் இவை சூழ்நிலை ஈரமாக இருப்பதற்கு எங்ஙனம் சரிப்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன என்பதை அறிதல்; பிராணிகள் நீரிலும் அல்லது நீரின் அருகிலும் தம் வாழ்க்கையை எங்ஙனம் சரிப்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன என்பதையும் இதனை நிலத்தில் வாழும் பிராணிகளின் வாழ்க்கையுடன் ஒப்பிட்டு வேறுபாடுகளைக் கண்டும் அறிந்து கொள்ளல்; இந்தப் பிராணிகளும் தாவரங்களும் பருவங்கள் மாறுவதற்கேற்ப எங்ஙனம் மாறுகின்றன என்பதை உற்றுநோக்கல்; பிராணிகளின் வாழ்க்கையில் உணவுண்ணும் பழக்கங்களையும் வீடு அமைக்கும் பழக்கங்களையும் உற்றுநோக்கல்.

நிகழக்கூடிய பயன்: மேலே குறிப்பிடப்பெற்ற அறிவியல் செயற்படும் நிகழ்ச்சிகளை உற்று நோக்குவதற்காக அந்நிலப் பகுதியைப் பார்வையிடுக; மேலும், ஆராய்வதற்குத் தாவரங்கள், பிராணிகள் இவற்றின் மாதிரிப் பொருள்களைத் திரட்டுக.

13. சாலையோரம் இவற்றை அறியப் பயன்படலாம்: பிராணிகளின் பட்டிகளையும் அவை உணவு கொணரும் முறைகளையும் அவை குட்டிகளைக் கவனிப்பதையும் உற்றுநோக்கல்; பல்வேறு தாவரங்களின் வாழ்க்கையைக் கவனித்து அவை விதை பரவும் முறைகள், வறட்சிக் காலங்களிலும் அதிக ஈரமுள்ள காலங்களிலும் எங்ஙனம் சூழ்நிலைக்கேற்பத் தம்மைச் சரிப்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன என்பவற்றை உற்றுநோக்கல்; தாவரங்களுக்கும் பிராணிகட்கும் (எ.டு. தாவரங்களும் பூச்சிகளும்) உள்ள உறவு முறைகளை ஆராய்தல்; அரித்தலுக்குரிய எடுத்துக்காட்டுக்களையும் அதனை நீக்கும் வழிவகைகளையும் ஆராய்தல். சாலை ஒரு மலையின் குறுக்கே செல்லுவதாயின், மாணுக்கர்கள் மேல் மண்ணையும் அடி மண்ணையும் உற்று நோக்கலாம்; மேல் மண்ணின் ஆழத்தைக் கண்டு அது வெள்ளத்தில் கரைந்து போகாதிருக்கவேண்டிய முக்கியத்துவத்தைப் புரிந்து கொள்ளலாம்.

நிகழக்கூடிய பயன்: மேற்குறிப்பிட்ட எடுத்துக்காட்டுக்களை உற்றுநோக்குவதற்காக அப்பகுதியைப் பார்வையிடுக; மேல் மண்ணிற்கும் கீழ் மண்ணிற்கும் மாதிரிகளைத் திரட்டி, அவை ஒவ்வொன்றிலும் தாவரங்களை வளரச் செய்து, முடிவுகளைக் காண்க; விதைகள் பரவும் மாதிரிப் பொருள்களைத் திரட்டுக.

14. சமூகத்திலுள்ள மக்கள்: சமூகத்திலுள்ள சிலர் துணைசெய்யக் கூடிய நிலையிலுள்ளனர். எடுத்துக்காட்டாக, பல பெற்றோர்கள் மிகப் பல இடங்கட்குப் பயணம் போய் வந்துள்ளனர்; சிலர் பிராணிப் பாதுகாப்பில் வல்லுநர்களாக உள்ளனர்; சிலர் வீடுகளை அமைப்பதில் வல்லுநர்களாக இருக்கின்றனர்; இன்னும் சிலர் வேட்டையாடுதல், கண்ணி வைத்தல், மீன் பிடித்தல் இந்த அனுபவங்களில் துணைசெய்தல் கூடும். கிட்டத்தட்ட ஒவ்வொரு சமூகத்திலும் மின் துறைஞன் (electrician), பொறிக் கம்மியன் (mechanic) ஆகியோர் இருப்பர். சாதாரணமாகப் பள்ளிச் சிறுவர்களின் பிரச்சினைகளில் துணைசெய்யுமாறு கேட்கப்பெறுவதில் சிலர் விருப்பமுள்ளவர்களாக இருப்பர்; இங்ஙனம் சமூகத்திலுள்ள வயது வந்தவர்களைப் பள்ளியில் துணையாகப் பெறுவது எல்லோருக்கும் பயன்தரத்தக்க பழக்கமாகவே இருந்து வருகின்றது.

இந்த மூலவளங்களைப் பயன்படுத்துதல்:

இந்த மூலவளங்களின் மதிப்பு அவற்றைத் திறமையாகக் கையாளுவதைப் பொறுத்துள்ளது. ஒவ்வொன்றும் ஒரு திட்டமான

நோக்கம் அல்லது நோக்கங்கட்குப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும்; அஃதாவது, ஒரு புதிருக்குத் தீர்வு காணத் துணைசெய்தல், ஓர் அறிவியல் விதியினை மிகத் தெளிவாக்குதல், அறிவியலின் பயனையும் வியப்பினையும் புரிந்து கொள்வதை அதிகப்படுத்துதல் போன்றவை யாகும் இவை. ஒரு சிறுதொலைப் பயணத்திற்கு ஆயத்தம் செய்வதில் ஆசிரியரும் மாணாக்கர் களும் தம் மனத்தில் திட்டமாக வரையறுக்கப் பெற்ற பிரச்சினை அல்லது பிரச்சினைகளைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். ஆசிரியரும் சில சமயம் ஒரு சிறு மாணாக்கர் குழுவும் வகுப்பு பார்வையிடவேண்டிய இடத்திற்கு முன்னதாகவே சென்று பயணத்தின் பொருத்தத்தையும் சென்றடையும் வழியையும் தீர்மானித்துக் கொள்ளுதல் வேண்டும்.

மாணாக்கர்கள் சமூகத்திலுள்ள யாராவது ஒருவரிடமிருந்து சில தகவல்களை அடைவதற்குத் திட்டமிடுங்கால், அவர்கள் அந்தப் பயணத்தின் நோக்கத்தினைப் புரிந்து கொண்டனரா என்பதையும், மாணாக்கர்கள் புரிந்து கொள்ளக் கூடிய விளக்கங்களைக் கொண்டுள்ளனரா என்பதையும் உறுதி செய்து கொள்ளல் வேண்டும்.

பயணத்தைத் தொடர்ந்து நடைபெறவேண்டிய கலந்தாய்தலில் (discussion) இந்தப் பொருள்களைப் பயன்படுத்துவதைப்பற்றிக் கவனமாகத் திட்டமிடுதல் வேண்டும். புதிர் தீர்த்தலில் பொருத்தமான எடுகோள்கள் (data) பயன்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும்; பின்னல் மாணாக்கர்கள் தத்தம் பதிவேடுகளிலிருந்து இந்த எடுகோள் களைப் பயன்படுத்தக் கூடும் என்றிருந்தால், மாணாக்கர்கள் தம்முடைய பதிவேடுகளில் தாம் தாம் கண்டவற்றைப் பதிந்து கொள்ளுதல் வேண்டும்.

பெரும்பாலான பள்ளிகள் இன்னும் சமூகத்திலிருந்து கிடைக்கக்கூடிய மூலவளங்களை முற்றிலும் பயன்படுத்தாதுள்ளன. 'அறிவியல் சூழ்நிலையைப்பற்றிய ஆராய்ச்சி' என்று நாம் சொல்லிக் கொண்டிருந்தபோதிலும், நாம் நம்மைச் சுற்றியுள்ள பல சாதாரண பொருள் களைப் புறக்கணிக்கக்கூடிய நிலையிலேயே உள்ளோம். நம்முடைய நாட்டுப்புறப் பள்ளியில் மிக விலையுயர்ந்த தளவாடங்கள் இருக்கும் பொழுதும் அறிவியல் மிகச் சிறந்த முறையில் கற்பிக்கப் பெறுகின்றது என்று சொல்லுவதற்கில்லை. ஆசிரியர்களும் மாணாக்கர்களும் தாம் ஓர் அறிவியல் உலகில் வாழ்கின்றதாகவும், தம்முடைய ஆராய்ச்சியிலுள்ள பொருள்கள் யாவும் தம் அருகிலேயே உள்ளன என்றும் உணரும்பொழுதுதான் அறிவியல் மிக நல்ல முறையில் கற்பிக்கப்பெறுகின்றது.

E. அறிவியல் பயிற்றலுக்குரிய வாய்ப்புத் திறங்கள்

நகர்ப்புறங்களிலோ அல்லது நாட்டுப்புறங் களிலோ உள்ள சில பள்ளிகள்தாம் அறிவியல் பயிற்றலுக்கென்று ஒரு தனியான அறையைப் பெறும் தகுதியிலுள்ளன. கல்வித் திட்டத்தில் தொடக்கப் பொதுஅறிவியல் ஒரு பகுதியாக இருக்கும்பொழுது அது நடைமுறையில் ஏனைய பாடங்கள் கற்பிக்கப்பெறவேண்டிய சாதாரண ஒரு வகுப்பறையிலேயே கற்பிக்கப் பெறுகின்றது. எனினும், அறிவியல் பெரும்பான்மையான பிற பாடங்களினின்றும் வேறுபட்டது; சிறுவர்கள் அறிவியலை நேரான அனுபவத்தால் பெருதவரை அவர்கள் அதனைப் பயனுள்ள முறையில் கற்றுக்கொள்ள முடிகின்றதில்லை. அறிவியலைப்பற்றிக் கேட்பதோ அல்லது அதனைப்பற்றிப் படிப்பதோ மட்டிலும் போதாது. அறிவியல் கற்றல் சிறுவர்களிடம் நிலையாக அமையவேண்டுமாயின், அவர்கள் உற்று நோக்கலையும் சோதனை செய்தலையும் மேற் கொள்ளவேண்டும்.

எனவே, சிறுவர்கள் தம்முடைய பொது வகுப்பறையில் உற்றுநோக்கலையும் சோதனையையும் மேற்கொள்ள வேண்டுமாயின், முதலில் தீர்வு காணவேண்டிய சில பிரச்சினைகள் உள்ளன. இந்தப் பகுதியில் அறிவியல் பயிற்றலைக் கவர்ச்சிகரமாகச் செய்ய வல்லனவாகவும் தம் வகுப்பறையில் அமைக்கக்கூடியனவாகவுமுள்ள சில வாய்ப்புத்திறங்களைப்பற்றிய சில கருத்தேற்றங்கள் தரப்பெறுகின்றன; சுறுசுறுப்பாகவுள்ள அறிவியல் ஆசிரியர் இவற்றைத் தக்க முறையில் பயன்படுத்திக் கொள்வாராக.

வகுப்பறையில் ஓர் அறிவியல் மூலையை அமைத்தல்

வகுப்பறையிலுள்ள ஒரு மூலையைத் தனியாக ஒதுக்கி அதனை அறிவியல் மூலை (science corner) என்று வழங்குக. இயன்றால், சோதனை செய்தலுக்கும் பொருள்களைக் காட்சியாக அமைப்பதற்கும் ஒன்று அல்லது இரண்டு மேசைகளைக் கைவசப்படுத்துக. பள்ளிக்குப்

பொறுப்பாக இருப்பவர் மேசைக்கு அடியில் இந்தப் புத்தகத்தின் பின்னியல்களில் கூறப் பெறும் பொருள்கள், தருவித்த சரக்குகள், தளவாடங்கள் இவற்றைச் சேமிக்குமிடமாக்கு வதற்கு நிலைப் பெட்டிகளை (shelves) அமைப் பதில் துணை செய்யக்கூடும். அறிவியல் மூலை யில் காட்சியாக இருக்கக்கூடிய பொருள்களைக் கொணருமாறு மாணுக்கர்களை உற்சாகப்படுத் துக. எந்த மாணுக்கன் 'அந்த வாரத்தின் அறிவியல் உருப்படி'யாகத் தேர்ந்தெடுக்கப் பெறும் பொருளைக் கொணர்கின்றுன் என்பதைக் காண சில ஆசிரியர்கள் ஒருவகைச் சிறு போட் டியையும் ஏற்படுத்துகின்றனர்.

'அறிவியல் மூலை' தொடர்ந்து செயல் நடை பெறக் கூடியதாகவும் மாற்றம் காணக்கூடிய தாகவும் இருத்தல் வேண்டும். சிறுவர்கள் கொண்டுவரும் பொருள்கள் நீண்டகாலம் மேசையின் மீதிருக்க அனுமதித்தலாகாது. அப்படியிருப்பின் அவற்றின் மீதுள்ள கவர்ச்சி இழக்கப் பெறும்.

நீர்ப் பொருட் காட்சிச்சாலைகளை (Aquaria) ஏற்பாடு செய்தல் :

நீர்ப் பொருட் காட்சிச் சாலைகள் சதா கவர்ச்சி தரும் மூலமாக அமைகின்றன; அவை பல முக்கியமான அறிவியல் நிகழ்ச்சிகளை உற்று நோக்கும் இடமாகின்றன. இத்தகைய நீர்ப் பொருட் காட்சிச் சாலைகளை அமைப்பதுபற்றிய குறிப்புக்களையும் அவற்றைக் கவனிப்பதுபற்றிய விவரங்களையும் இயல் 4 இன் இறுதிப்பகுதியில் காண்க.

பிராணிகளுக்குக் கூடுகள் :

வகுப்பறையில், உற்று நோக்கலுக்காகப் பல் வேறு வகைப் பிராணிகள் வைக்கப் பெறலாம். சில பிராணிகள் ஏனையவற்றைவிடக் கூண்டில் அடைபடுவதற்குப் பொருத்த முறுகின்றன. சிறுவர்கள் தம்முடைய செல்லப் பிராணிகளை உற்றுநோக்கலுக்காகவும் ஆராய்ச்சிக்காகவும் சிறு நேரங்கட்கு வகுப்பிற்குக் கொணருமாறு உற்சாகப்படுத்தப் பெறலாம். பிராணிகளுக் காகக் கூடுகளை அமைப்பதுபற்றிய கருத்தேற் றங்களை இயல் 4 இன் தொடக்கப் பகுதியில் காணலாம்.

வானிலை நிலையங்களை அமைத்தல் :

இயல் 8 இல் எளிய வானிலைக் கருவிகள் விவரிக்கப் பெறுகின்றன. எங்கும் கிடைக்கக் கூடிய பொருள்களைக்கொண்டே இவை அமைக் கப்பெறுதல் கூடும். அன்றுட வானிலை மாற்றங் களை உற்றுநோக்கி அறிதல் கவர்ச்சியளிக்கும் மூலமாகும்; அது பயன் படக்கூடிய அறிவியல் பாடங்கட்கு அடிப்படையாகவும் அமைதல் கூடும்.

அறிவியல் அறிவிப்புப் பலகை :

மாணுக்கர்களுக்குச் சரியான முறையில் உற் சாகம் அளிக்கப்பெறின், அவர்கள் செய்தித் தாள்கள் பருவ இதழ்கள் ஆகியவற்றினின்றும் வெட்டி யெடுத்த கவர்ச்சி யளிக்கக்கூடிய பொருள்களைத் தொடர்ந்து பள்ளிக்குக் கொண்டு வருவர். இத்தகைய பொருள்களையும், அறிவியல் வகுப்புக்களில் ஆயத்தம் செய்யப் பெற்ற ஓவியங்களையும் பிறவற்றையும் காட்சியாக அமைப்பதற்கு அறிவியல் அறிவிப்புப் பலகை சரியான இடத்தை நல்குகின்றது. அறிவியல் மூலையில் வைக்கப்பெற்றுள்ள மேசைக்குச் சற்று மேலுள்ள இடமே அறிவியல் அறிவிப்புப் பலகை அமைத்தற்குப் பொருத்தமான இட மாகும். மிருதுவான மரத்தைக் கொண்டோ அல்லது சிமெண்டுச் சாந்தினைக் கொண்டோ அறிவிப்புப் பலகை அமைக்கப் பெறலாம்.

வளரும் பொருள்கள் :

அதிகமாக ஒளி இருக்கக்கூடிய சாளர ஓரங் களில் வைக்கப்பெறக் கூடிய சிறிய பூச்சட்டிகள் வளரும் விதைகட்கும் சிறிய தாவரங்கட்கும் தேவையான இடத்தைத் தரும். வேறுசில அனுபவங்கட்கு இன்னும் அதிகமான இடம் தேவைப்பட்டால், ஆழமற்ற மரப்பெட்டிகளைக் கையாளலாம்; அல்லது பழைய கிச்சிலிப் பழக் கூடைகளைக்கொண்டு இதனை அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

அரும் பொருட்காட்சி நிலைப்பெட்டி :

குழந்தைகளிடம் கவர்ச்சி பிறந்துவிட்டால், அவர்கள் தம் மனம் நிறைவடையாத அளவுக்குப் பொருள்களைத் திரட்டுவோராகி விடுவர். அவர் கள் திரட்டும் பொருள்களில் சில பள்ளிக்கு வரு வதற்கு வழிகண்டு விடும். அத்தகைய செயல் கட்கு உற்சாகம் அளிக்கப்பெறுதல் வேண்டும். அரும்பொருட் காட்சி நிலைப்பெட்டியை அமைத் தல் இதற்கு ஒரு வழியாகும்; இப்பெட்டியில் மாணுக்கர் கொணரும் பொருள்களையும், தனிப் பட்ட அறிவியல்வகைப் பொருள்களையும் வைத்துக் காட்சியாக அமைக்கலாம்.

இயல் 2

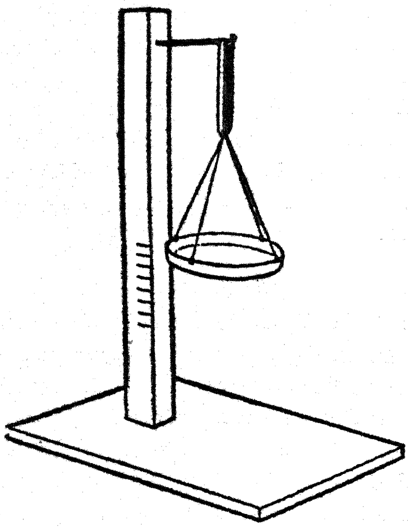
சில பொதுவான தளவாடப் பொருள்கள் அமைக்கும் முறை

எங்கு அறிவியல் பயிற்றல் உற்றுநோக்கலையும் சோதனை செய்தலையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு அமைகின்றதோ, அங்குச் சில துணைக்கருவிகள் திரும்பத் திரும்பப் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன ; அடுப்புக்கள் (burners), முக்காலிகள் (tripods), குடுவைகள் (flasks) நீர்ப் பொருட் காட்சிச் சாலைகள், அமுக்கு வலைகள் முதலிய பலவகைப் பொருள்கள் ஓர் அறிவியல் பாடத் திட்டச் செல் திசைக்கு (course) மிகவும் இன்றியமையாத பொருள்களாகும். இந்த இயல் முழுவதும் அடிக்கடிப் பயன்படும் தளவாடப் பொருள்களை அமைப்பதுபற்றிய வழிகாட்டுக் குறிப்புக்கள் தருவதற்கென்றே ஒதுக்கப்பெறுகின்றது.

A. நிறுக்கும் பொறி அமைப்புக்கள்

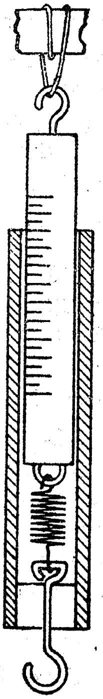
1. எளிய 'வில்' தராசு :

ஒரு வட்டமான பழைய தகர மூடியை எடுத்துக் கொள்க; அதனுடைய பரிதியை நான்கு சம பாகங்களாகப் பிரித்துக்கொண்டு ஓர் ஆணியால் நான்கு துளைகளை இடுக. இத்துளைகளின் வழியாகச் சற்று உறுதியான துண்டு நூல்களைச் செருகி நான்கினையும் சேர்த்து முடி இடுக. இனி, இத் தராசுத் தட்டினை ஓர் ஆணியினின் றும் தொங்கவிடப் பெற்றுள்ள இரப்பர் பட்டையுடன் பொருத்துக.



நிறைகற்கள் அகப்படாவிடில் அத்தராசிற்கு இவ்வாறு அளவு கோடிடலாம்: ஓர் அளவு சாடியிலிருந்து தெரிந்த கன அளவு நீரினை ஊற்றி அத்தட்டினைத் தாங்கும் கோலில் தட்டின் விளிம்பிற்கு எதிராகக் குறிகளை இடலாம். இதன் பிறகு இதே அளவு நீட்சியைத் தரக் கூடிய கற்களைத் தேடி யெடுத்துக்கொள்ளலாம் ; இக் கற்களைக் குறியிட்டுக்கொண்டு இவற்றை நிறைகற்களாகப் பயன்படுத்தலாம். இதில் நாணயங்களைப் பயன்படுத்துவதையும் தேர்ந்து ஆராயவேண்டும்.

2. பயன்படும் ஒரு வில் தராசு :



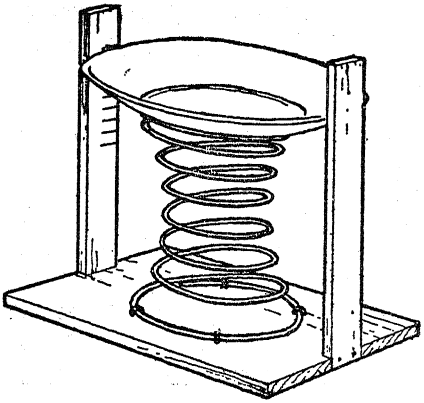
சாதகமில்லாத தட்ப வெப்ப நிலைகளின் காரணமாக இரப்பரின் தன்மை விரைவாகச் சீர்கேடடைகின்றது; சுருண்ட நிலையிலுள்ள எஃகு வில் மிகவும் பொருத்தமுடையது. ஈண்டு விவரிக்கப்பெறும் மாதிரி அமைப்பு திருப்தியளிக்கக் கூடியதாகவுள்ளது. சுருளினை ஒரு குழலினுள் அமைத்து அது கெடாத வண்ணம் பாதுகாக்கப்பெறுகின்றது. குழலின் அடிப்பகுதியிலுள்ள அளவு கோடுகளிடப் பெற்ற மரத்தாலான ஒரு முழுகு தண்டில் (plunger) அளவீடு (reading) செய்யப்பெறுகின்றது.

முதலில் சுருள் வில்லினைச் சுருட்டுக (இயல்-18; இனம் 35 ஐப் பார்க்க); அதை ஒரு மரையுள்ள வளையத்தால் ஒரு மரக்கோலுடன் பொருத்துக; இக்கோல் தேர்ந்தெடுத்த குழலினுள் (மூங்கில் அல்லது பிளாஸ்டிக் காலானது) நன்கு பொருந்துவதாக

உள்ளது. சுருள் வில்லின் அடுத்த முனையை ஒரு கம்பி நாதாங்கியால் (wire staple) குழலினுள் வழுக்கிச் செல்லக்கூடிய மரக்கோலுடன் பொருத்துக. மரக்கோலைக் குழலின் உச்சியில் பொருத்தி அதனுள் தராசினைத் தொங்கவிடும் பொருட்டு ஒரு கொக்கியை நுழைத்திடுக. மரத்தாலான முழுகுதண்டில் மற்றொரு கொக்கியைத் திருகிவிடுக; முழுகுதண்டில் இனி அளவுக் கோடுகள் இடப்பெறலாம்.

3. பளுவான சரக்குகளுக்கான வில் தராசு :

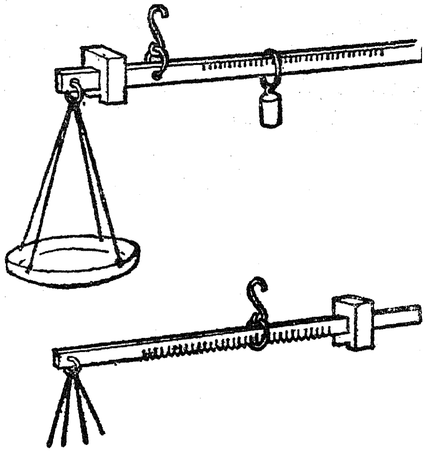
ஒரு நாற்காலியின் சுருள் வில் அல்லது ஒரு தானியங்கி (automobile) மெத்தையின் சுருள் வில்லினைச் சம தளமாகவுள்ள ஒரு மரத் துண்டினுடன் பொருத்துக; இத் துண்டு இக் கருவியின் அடித்தளமாக அமையும். ஒரு பெரிய தகர மூடி அல்லது தட்டினைத் தராசுத் தட்டாகப் பயன்படுத்தலாம். இதனைச் சுருள் வில்லின் மேற்பகுதியில் பொருத்துக. இதற்குப் பற்றுசினை (solder)ப் பயன்படுத்த இயலாவிடில், தராசுத் தட்டில் பொருத்தமான இடங்களில் இரட்டைத் துளைகளிட்டு அவற்றின் வழியாக மெல்லிய கம்பியைச் செருகித் தட்டினை சுருள் வில்லுடன் அசையாமல் இறுகப்பிணைத்து விடலாம்.



அடித் தளத்துடன் இரண்டு செங்குத்தான மரச் சட்டங்களை இணைத்திடுக. இவை தராசுத் தட்டிற்கு வழிகாட்டிகளாக அமைகின்றன. தராசுத் தட்டின்மீது $\frac{1}{2}$, 1, 2 முதலிய கிலோ கிராம் அளவுகள் சரக்குகள் வைக்கப்பெறுங்கால் இந்த வழிகாட்டிச் சட்டங்களின்மீது அளவுக் கோடுகளிடுக. நீரால் நிரப்பப்பெற்ற இன் தேறல் (wine) போத்தல்கள் பொருத்தமான லிட்டர் முதலிய அளவுகளாகின்றன; ஆயின் அவை கிலோகிராமில் சமபல எடைகளையும் கொண்டுள்ளன.

4. துலாக் கோல்கள் :

சிறிய காரீய அல்லது இரும்பு நீர்க் குழல் துண்டுகளைச் சரி-எடைகளாகவும், கம்பிக் கண்ணிகளைச் சுழல்-அச்சாகவும் பயன்படுத்தி உரோமன் அல்லது டேனிஷ் துலாக் கோல்களை அப்போதைய ஏற்பாடாகச் செய்தல் கூடும்.



கோல் மரத்தாலானதாகவோ அல்லது உலோகத்தாலானதாகவோ இருக்கலாம்; உலோகத்தாலானதாக இருந்தால், கோலின் அடியில் அரத்தால் அராவி பல்வேறு எடைகளைச் சமன் செய்யும் புள்ளிகளாக உணர்த்தும் கீற்றுக்களை உண்டாக்கலாம்.

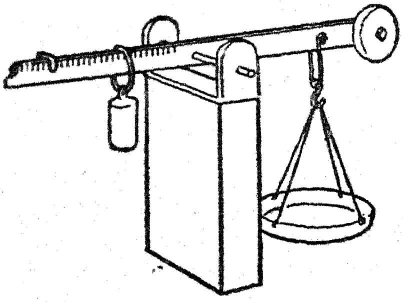
5. ஆய்வகத் துலாக் கோல் :

500 கிராம்வரை நிறுப்பதற்கேற்ற துலாக் கோலை அமைப்பதற்கு ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு மரச்சட்டத்தைப் பயன்படுத்துக; இஃது ஒரு முனையிலிருந்து 12 செ. மீ. தூரத்திலும் மேல் ஓரத்திலிருந்து 3 மி. மீ. கீழும் துளையிடப்பெற்று அத்துளை வழியாகச் செல்லும் வலுவான தையலூசியொன்றின்மீது சமனுக்கப்பெற்றுள்ளது. காரீயத்தாலான வட்டத்தகடு அல்லது பொருத்தமான அளவு பளுவாகவுள்ள ஏதாவது ஒரு பொருள் சமமாக்கும் எடையாகப் பயன்படுத்தப் பெறலாம்; காரீயம் பயன்படுத்தப்பெற்றால், ஒரு தகர மூடியில் அஃது ஒரு வட்டத் தகடாக 'வார்க்கப்' பெறலாம்.

செருப்பு மெருகிடு பொருள் வைக்கப்பெறும் தகர மூடியைத் தாங்கிக் கொண்டுள்ள கம்பியாலான அங்கவடி (wire stirrup) யொன்று தராசுத் தட்டாகப் பயன்படுகின்றது; அது சுழலச்சுவிடமிருந்து 6 செ. மீ. தொலைவில் தொங்கவிடப் பெறலாம்.

மரத்துண்டொன்றால் பிரிக்கப்பெற்றுள்ள U-வடிவமுள்ள ஓர் உலோகத் துண்டு அல்லது இரண்டு பித்தளை ஆடித் தகடுகள் பொருத்தமான ஆதாரப் பொருளாக அமைகின்றன.

இதில் இரண்டு நழுவ உறுப்புக்கள் (sliders) தேவைப்படுகின்றன; 50 கிராம் எடையுள்ள ஓர் உறுப்பு தாமிரக் கம்பியால் தொங்கவிடப் பெற்ற ஒரு காரீயத்துண்டாக அமையலாம்; 1 கிராம் நிறையுள்ள மற்றோர் உறுப்பு மரச்சட்டத்தின் மேல்ஓரத்தில் தங்கியுள்ள U-வடிவ அமைப்பாக இருக்கலாம். சட்டத்தின் மேல் விளிம்பு 6 செ. மீ. பிரிவுகளாக அளவுக் கோடுகள் இடப் பெறலாம்.



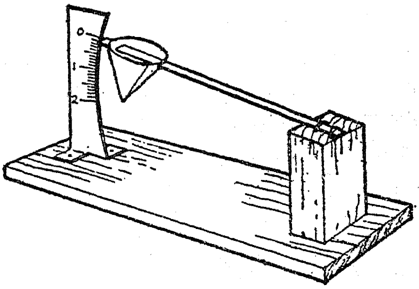
இந்தத் துணைக்கருவியைப் பயன்படுத்துவதில், 50 கிராம் எடையைப் பயன்படுத்தி மிக அண்மையுள்ள சமநிலைப் புள்ளி கண்டறியப் பெறுகின்றது; 1 கிராம் எடையேறி (rider)யைக் கொண்டு இறுதியான திருத்தம் செய்யப்பெறுகின்றது. இதற்கு எந்தவிதப் பிரிவுகளும் அமைக்கப்பெறவில்லை. ஆனால், மிக அண்மையிலுள்ள அடையாளத்திலிருந்து அதன் தூரத்தை ஒரு கவராசத்தைக் (dividers) கொண்டு மிக விரைவாகக் கண்டறியலாம்.

இந்தத் தராசு மிக விரைவாகச் செயற்படுகின்றது; நடைமுறையில் இது திருப்தியளிக்கக் கூடியதாகவுள்ளது.

6. மணிப்பொறி வில் தராசு:

ஒரு மணிப்பொறி (clock) சுருள் வில்லினையும் ஒரு மரத்துண்டு அல்லது நூல் உருளையினையும் கொண்டு 0 விருந்து 1 கிராம் வரை அல்லது 1 கிராமிலிருந்து 10 கிராம் வரை அளக்கக்கூடிய மிக நுண்ணளவு காட்டும் தராசு அமைக்கப் பெறுகின்றது.

மரத்துண்டு அல்லது நூல் உருளையினை ஒரு சௌகரியமான அடித்தளத்தின்மீது கெட்டி



யாக இணைத்திடுக. ஏறக்குறைய 20 செ. மீ. நீளமுள்ள மணிப்பொறியின் நீள்சுருளை அதனுடன் பொருத்துக; அட்டை அல்லது தாளினால் ஒரு கூம்பு வடிவத் தட்டினைத் தயார் செய்க. தட்டினை இயல் 18 இல் குறிப்பிட்டுள்ளபடி சுருளின் மற்றொரு முனையருகில் அச்சு அரக்கு அல்லது சாந்தினைக்கொண்டு பொருத்துக. இந்த முனையினை ஒரு குறிமுள்ளாகவும் (pointer) ஓர் அஞ்சல் அட்டையினை அளவு கோலாகவும் பயன்படுத்துக; தட்டில் எடைகளைப் போடுக அதில் அளவுக் கோடுகளிடுக. தராசின் கூருணர்ச்சி பயன்படுத்தப்பெறும் வில்லினைப் பொறுத்தது. ஆனால் அளவு கோல் ஒப்புக்கொள்ளத்தக்க அளவு எதற்கும் கட்டுப்படாதது.

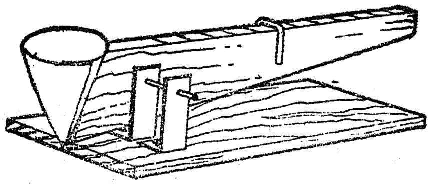
7. எளிய துலாக் கோல் (100 கிராம் வரையில் அளவிட வல்லது):

காகித அட்டையினைக் கொண்டு தட்டு செய்யப்பெறுகின்றது; அஃது ஒரு புனல் வடிவில் அமைக்கப் பெறுகின்றது. அஃது ஒட்டுப் பலகை அல்லது பிளாஸ்டிக் அட்டையில் (perspex) முக்கோண வடிவாகவுள்ள ஒரு மெல்லிய தகட்டாலான ஒரு துலையின் கோலுடன் பொருத்தப் பெறுகின்றது.

துலைக்கோலின் இறுதிமுனை 2 செ. மீ. வரை ஒடுங்கிச் செல்லுகின்றது; தட்டருகில் அது 5 செ. மீ. அளவு உள்ளது. இதிலுள்ள சுழலும் அச்சு ஓர் உறுதியான கோணி ஊசியாலானது; அது தராசுத்தட்டிலிருந்து 5 செ. மீ. தூரத்திலும், துலைத் தண்டின் மேல்ஓரத்திலிருந்து 2 செ. மீ. தூரத்திலுமாக தண்டினூடே செலுத்தப் பெறுகின்றது. தராசு சமநிலையிலிருக்கும் பொருட்டு தண்டின் ஒரு பகுதியோ அல்லது

தட்டின் ஒரு பகுதியோ வெட்டி யெறியப் பெறலாம்.

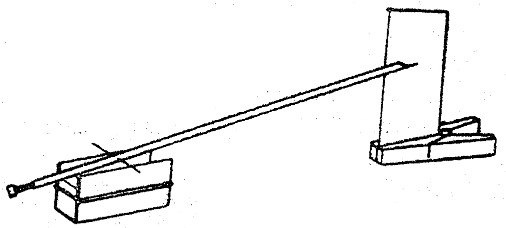
சுழலும் அச்சு ஓர் உலோக அங்கவடியால் தாங்கப்பெறுகின்றது; வெளிப்புறத்திலுள்ள ஓர் அங்கவடி, துலைத்தண்டு பக்கவாட்டில் நழுவாமலிருக்குமாறு தடுப்பதற்குத் துணைசெய்கின்றது. துலைத் தண்டின் மேற்புறத்தில் எடையேறி (rider) ஒன்றுள்ளது; தரப்படுத்திய (standard) எடைகளைக் கொண்டு தண்டின்மீது



அளவுக்கோடுகள் கீற்றுக்களாக இடப்பெறுகின்றன. ஒரு கூம்பு வடிவமாக்கிய வடிகட்டுந் தாள் அல்லது ஏதாவது ஒரு தாளினைப் பயன்படுத்திப் பொடி நிலையிலுள்ள திண் பொருள்கள் இத்தராசினைக் கொண்டு நிறுக்கப்பெறலாம்.

8. சோடா வைக்கோற்புல் தராசு:

குளிர்ந்த பானங்களைப் பருகப் பயன்படும் வைக்கோற் புல்லில் பொருந்தக்கூடிய ஒரு சிறிய போல்ட்டு ஆணியை (bolt) எடுத்துக் கொள்க: அதனைப் புல்லின் ஒரு புறத்தில் செருகிச் சில சுற்றுக்கள் உட்போகுமாறு திருகி விடுக. இந்த அமைப்பு சமமாக நிற்கும் புள்ளியை உத்தேசமாகத் தீர்மானித்து அந்த இடத்தில் வைக்கோற்புல்லை ஒரு தையலூசியால்



துளையிடுக; இந்த ஊசி சுழலும் அச்சாக இயங்குகின்றது. அமைப்பு ஆடாமல் நிலைத்து நிற்பதற்காக வைக்கோற் புல்லின் குறுக்கு விட்டத்திற்குச் சற்று மேலாக இத் துளை இடப்பெறுதல் வேண்டும்.

வைக்கோற்புல்லின் அடுத்த முனையை ஒரு சிறு கரண்டிபோலிருக்குமாறு வெட்டி அமைத்திடுக. ஊசி உரிய இடத்திலிருக்கும்பொழுது அதனை ஒரு மரக்கட்டைத் துண்டினாலும் இரப்பர் பட்டையாலும் இணையாக வைக்கப் பெற்றுள்ள இரண்டு நுண் பெருக்கி மூடித் துண்டுத் தாள்கள் அல்லது இரண்டு சவர வாள் அலகுகளின் (razor blades) மீது அமைத்திடுக. வைக்கோற் புல் படுக்கை மட்டத்திற்குக் கிட்டத்தட்ட 30° கோணத்தில் சம நிலையில் இருக்கும் வரையில் போல்ட்டு ஆணியைச் சரிப்படுத்துக. வைக்கோற் புல்லின் கரண்டிபோன்ற முனையின் பின்புறத்திலிருக்குமாறு ஆடை இடுக்கியையோ (clothes peg) அல்லது மற்றொரு மரக்கட்டையையும் ஒரு பெருவிரல் ஆணியையும் பயன்படுத்தியோ காகித அட்டையை செங்குத்தாக இருக்குமாறு அமைத்திடுக; இஃது அளவு கோலாகப் பயன்படும்.

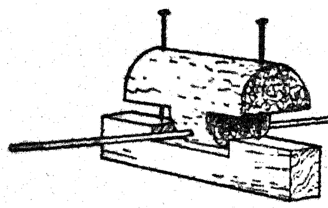
ஒரு மயிர் அல்லது சிறிய மெல்லிய துண்டுத் தாளைக் கரண்டி முனையிலிருந்து தொங்கவிட்டு ஒதுக்கத்தைக் காண்க. அளவுகளைச் சரியாகக் குறிப்பிட வேண்டுமானால் அளவு கோலில் அளவுக் கோடுகள் இடப்பெறுதல் வேண்டும். சிறு சுருட்டுச் (cigarette) சிப்பத்திலுள்ள மெல்லிய அலுமினியத் தகட்டுச் சுருள் சிறிய எடைகள் செய்வதற்கேற்றது. சாதாரண அளவுள்ள தகட்டின் 2 சதுர செ. மீ. பரப்புள்ள துண்டு 5 மில்லி கிராம் எடையுள்ளது. 1 மில்லி கிராம், 2 மில்லி கிராம் முதலிய அளவுகளிருப்பதற்கேற்றவாறு துண்டுகளை வெட்டி அவற்றை இடுக்கிப்போல் வளைத்துச் செய்யப்பெற்ற தாமிரக் கம்பியைப் பயன்படுத்திக் கரண்டிப் பகுதியில் வைத்திடுக. துலைத் தண்டு அமைதி நிலையிலிருக்கும் இடங்களைக் காகித அட்டையில் குறிகளையிட்டுப் பதிவு செய்க. போல்ட்டு ஆணியின் நிலையைச் சரிப்படுத்தித் தராசின் கூருணர்ச்சி மாறுதலடையச் செய்யப் பெறலாம்.

9. ஜெஹ்ண்டரின் தராசு (Zehnder's balance):

செய்து காட்டும் சோதனைகளில் மிகவும் பயன்படத்தக்க சூழ்ச்சித்திறன் மிகுந்த இந்தத் தராசு குண்டூசிகள், சவர வாள் அலகு, தக்கை, பின்னலூசி இவற்றைப் பயன்படுத்தி ஒரு சில நிமிடங்களில் அமைக்கப்பெறலாம்.

எவ்வளவுக் கெவ்வளவு வேற்றுமையமாக (eccentric) இருக்கமுடியுமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு வேற்றுமையமாக இருக்குமாறு முதலில் பின்னலூசி தக்கையினூடே அதன் விட்டத்திற்கு இணையாக இருக்குமாறு செலுத்தப்பெறுகின்றது.

தக்கையின் ஒவ்வொரு முனையிலும் பாதி உருளைகள் வெட்டப்பெற்றுப் படத்தில் காட்டியவாறு தராசுக்கோல்கள் அமைக்கப் பெறுகின்றன.



தாங்கி நிற்கும் குண்டூசிகள் இப்பொழுது தக்கையினூடே செலுத்தப்பெறுகின்றன; அவை கண்ணாடித் துண்டுகள் ஒட்டப்பெற்ற ஒரு மரத் துண்டின்மீது அமைதி நிலையிலிருக்கின்றன.

தாங்கி நிற்கும் குண்டூசிகளைச் சரிப்படுத்தித் தராசின் கூருணர்ச்சி மாறுதலடையச் செய்யப் பெறலாம்.

இத் தராசினைக்கொண்ட சோதனைகள்:

1. சுமார் 2 மில்லி கிராம் எடையுள்ளதும் தையல் நூலால் அல்லது மிக மெல்லிய இழையத் தாளாலானதுமான மிகச் சிறிய எடையேறியொன்று ஒரு புயத்தின் பாதித் தொலைவில் வைக்கப்பெறும்பொழுது அது கிட்டத்தட்ட 2 செ. மீ. அளவு திருப்பத்தை உண்டாக்குகின்றது.

2. சிறிதளவு வாயு உண்டாதல். அவ்வாயு கூர் நுனிக் குழலினின்றும் வெளி வருவதைக் கோலின் ஒரு புயத்தின்மீது வேகமாக விழுமாறு செய்து, காட்டப்பெறலாம்.

3. எரியும் தீக்குச்சி யொன்றினைப் புயத்தின் கீழ்க் கொணர்ந்து காற்றின் நகர் முறைக் கடத்தல் சுழல்கள் (convection currents) காட்டப் பெறுகின்றன.

4. தராசின் புயம் ஒரு காப்பிடப்பெற்ற கடத்தியாக இருப்பதால், அது மின்னூட்டத்தையும் (electrification) காட்டும். அதனை ஒரு மின்னூட்டம் பெற்ற கோலினால் தொட்டு மின்னூட்டம் பெறச் செய்யலாம்.

5. பின்னலூசி காந்தமாக்கப் பெற்றால் அஃது ஒரு சரிவு ஊசி (dip needle) யாகின்றது.

6. துலைக்கோல் காந்தமாக்கப்பெற்று ஒரு கம்பிச் சுருள் அதன் முனைகளுள் ஒன்றன் அருகே கொணரப்பெற்றால் தராசு ஒரு மின்னோட்டமானி (galvanometer) யாகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, மாறுநிலை இரும்பாலான வெப்ப இரட்டை (thermocouple) 22 சுற்றுக்களைக் கொண்ட 1·5 மில்லிமீட்டர் கனமுள்ள ஒரு கம்பிச்சுருளுடன் இணைக்கப் பெறலாம். மெழுகு வர்த்தி சுவாலையால் இது சற்றுச் சூடாக்கப் பெறும் பொழுது 0·01 வோல்ட்மின் அழுத்த வேறுபாட்டினை மட்டிலுமே உண்டாக்குகின்றது; எனினும், தராசுக்கோல் பாய்ந்து செல்லும் இந்த மின்னோட்டத்தைக் கண்டறிந்துவிடுகின்றது.

7. பிம்பம் வீழ்த்துதல். தராசுக்கோலுடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு சிறு ஆடிக் கீற்றிலிருந்து உண்டாகும் ஒளித்திருப்பத்தினால் கிடைக்கும் ஒளிக் கற்றையைக்கொண்டு தராசின் சிறு அசைவுகள் காட்டப்பெறுதல்கூடும். பிம்பம் வீழ்த்தும் இந்த எளிய துணைக் கருவியினைக்கொண்டு, மேற்கூறிய வெப்ப இரட்டைகளைக் கை விரல்களால் இளஞ்சூடாக்கியே வெப்ப – மின்னோட்டங்கள் செய் முறையில் செய்து காட்டப்பெறலாம்.

10. பொதுப் பயனுள்ள சம-புயத் தராசு:

கிட்டத்தட்ட 2 செ. மீ. கனமுள்ள மரக் கட்டையிலிருந்து கிட்டத்தட்ட 22 செ. மீ. சதுரமுள்ள ஓர் அடித்தளத்தை அமைத்திடுக. அடுத்தபடியாக 15 செ. மீ. நீளம், 6 செ. மீ. அகலம், 2 செ. மீ. கனமுள்ள இரண்டு நேர்ச் சட்டங்களை உண்டாக்கி அவற்றை அந்த அடித்தளத்தின் நடுவில் ஒன்றுக்கொன்று கிட்டத்தட்ட 2·5 செ. மீ. இடைவெளி யிருக்குமாறு பொருத்துக. அவை மரையாணிகளால் (screws) இணைக்கப் பெறலாம்; அல்லது அடித்தளத்தில் துளைகளிட்டு அவற்றில் நேர்ச்சட்டங்களை வைத்து மரையாணிகளிடலாம். நேர்ச்சட்டங்கள் ஒவ்வொன்றின் மேற்புறத்தில் ஒரு மெல்லிய வாளினைக்கொண்டு ஒரு சவர வாள் அலகு நுழையும்படியாகவும் சட்டத்திற்கு மேல் அது கிட்டத்தட்ட 4 மி. மீ. நீட்டிக் கொண்டிருப்பதற்கேற்றவாறும் ஆழமாக வெட்டப்பெறுதல் வேண்டும். வெட்டுவாய்களில் சவர வாள் அலகுகள் இறுகத் திணிக்கப் பெறுகின்றன.

தராசுக் கோல் ஒரு மீட்டர் கோலினால் அல்லது அது போன்ற நீளமுள்ள ஒரு மரத்தால் செய்யப்படுகின்றது; அதன் சரியான பாதியின் நடுவில் மெல்லிய வேலை முற்றிய (finishing) ஆணியொன்று அமைக்கப் பெற்றுள்ளது. இந்த

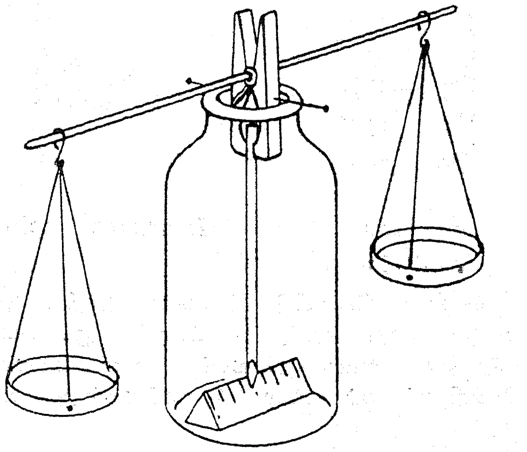
ஆணி சவர வாள் அலகுகளின்மீது இவர்ந்து கொண்டுள்ளது.

தராசுக்கோலினுக்கு நிலைப்புத்தன்மை தரும் பொருட்டுத் தாங்கி நிற்கும் ஆணி சரிபாதி நடுப் புள்ளிக்குச் சற்று மேலே அமைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

11. நுண்ணுணர்வுக் கோல் தராசு:

இந்தத் தராசு அமைப்பதற்குத் தேவை யானவை ஆடை இடுக்கி (clothes peg), 12 அங்குல நீளமுள்ள பின்னலூசி, இரண்டு குண்டூசிகள் அல்லது தையலூசிகள், தாங்கியாக உதவக்கூடிய பால் போத்தல் அல்லது காப்பு சாடி ஆகியவையாகும்.

ஆடையிடுக்கியின் வில்லிலுள்ள துளையின் வழியாகப் பின்னலூசியைச் செலுத்தித் தராசுக் கோல் அமைக்கப்பெறுகின்றது. பின்னலூசி செல்லும் துளைக்குச் சற்றுக்கீழாக ஆடையிடுக்கி யின் இருபுறங்களிலும் அமைக்கப்பெறும் இரண்டு தையலூசிகள் அல்லது குண்டூசிகள் சுழலச்சுகளாகின்றன. இந்தப் பின்னலூசி ஆடையிடுக்கியின் இரண்டு பக்கங்களிலும் சம மாக நீட்டிக்கொண்டிருத்தல் வேண்டும்; ஒரு சில மரச் சிம்புகளை வில்லினுள் ஆப்புகளாக அடித்து இந்த ஊசியின் நிலை மாருதிருக்குமாறு அமைக்கலாம். ஆடையிடுக்கியின் அடிப்புற நுனி ஒரு பென்சிலை இறுகப் பிடித்துக்கொண் டுள்ளது; அது தராசின் குறி முள்ளாகச் செயற் படுகின்றது. இரண்டு தகர மூடிகளை அவற் றின் சுற்றுவட்டத்தில் சரிசமமான இடங்களில் துளைகளிட்டு அவற்றில் சிறு மணிக்கயிறுகளைச் செருகி அவற்றைச் சேர்த்து ஒரு கண்ணியாக முடித்துத் தராசுக் கோலின் இருபுறங்களிலும் தொங்கவிடுவதால் அவை தராசுத் தட்டுக்களா கின்றன. தட்டுக்கள் சமநிலையாக அமைந்த தும் ஓர் அரத்தைக் கொண்டு கண்ணிகள் பின்னலூசியிலிருந்து நழுவி விழாதபடி அதன் மீது கீற்றுக்களை இடுதல் விரும்பத்தக்கது. இறுதியாக, போத்தலின் உள்ளே அளவுக்குறி களிடப்பெற்ற அடிக்கோலொன்று வைக்கப் பெறுகின்றது; இந்த அமைப்பில் குறிமுள் அள வுக் கோலின் முன்புறமாக ஊசலாடுகின்றது.



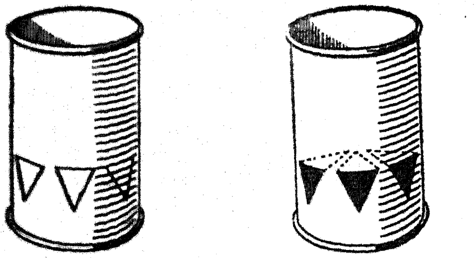
இந்தத் தராசின் எடைகள் தரப்படுத்திய எடைகளுடன் தொடர்புறுத்தப்பெற்ற நாண யங்கள், கொண்டையையுடைய தக்கைகள், தீக்குச்சிகள் முதலியவையாகும். இப்பொருள் கள் யாவும் கிடைக்காவிட்டால் ஒவ்வொரு தட்டி லும் ஒன்ருக, இரண்டு ஒரேமாதிரியான சிறு போத்தல்களைப் பயன்படுத்தி அவை யொன்றில் ஏதாவது அளவு சாடியினின்று தெரிந்த அளவு நீர் ஊற்றப்பெறலாம். இவை யாவும் இயலா விடில் பல் மருத்துவரால் உணர்ச்சி நீக்கத்திற்கு பயன்படுத்தப்பெறும் ஒரு பழைய நோவா கெயின் குழல் (novocaine tube) கன சென்டி மீட்டர் அளவுகளில் அளவுக் குறிகளிடப்பெற லாம். இக் குழல் ஒரு சிறிய அளவு சாடியாகப் பயன்படலாம். தராசுக் கோலில் ஒரு கம்பிக் கண்ணியைத் தொங்கவிட்டுப் பின்ன எடைகளை அப்போதைய ஏற்பாடாகச் செய்யலாம்.

B. வெப்ப மூலங்கள்

1. ஒரு தகரக் குவளைக் கரி பர்னர்:

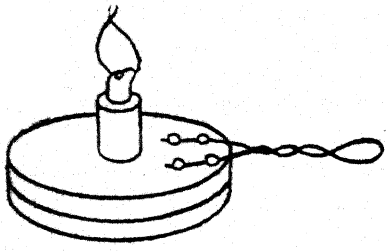
குறைந்தது 10 செ. மீ. விட்டமுள்ள ஒரு பெரிய தகரக் குவளை பயன்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். அடி மட்டத்திலிருந்து 4 செ. மீ. உயரத்தில் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு குவளை யைச் சுற்றி முக்கோண வடிவமான சாளரங்களை அடையாளமிடுக. ஒரு பெரிய கத்திரிக்கோலைக் கொண்டு ஒவ்வொரு முக்கோணத்தின் சாய்ந்த பக்கங்களை வெட்டிச் சாளரங்களை உண்டாக்குக. முக்கோணத்தின் அடிப்பக்கத்தை வெட்டற்க. முக்கோண வடிவமுள்ள பகுதிகளை உட்புறமாக

மடக்கிக் கரி போடுவதற்கேற்றவாறு நிலைக்கால் தட்டினை (shelf) அமைத்திடுக.



2. எரிசாராய பர்னர் (Methylated spirits burner):

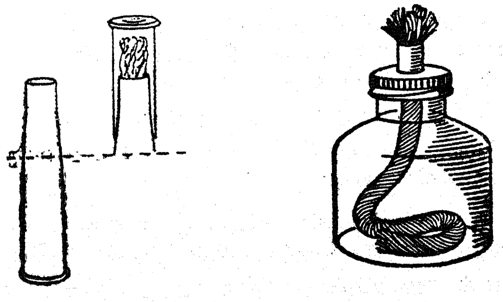
செருப்பு மெருகிடு பொருள் இருந்த ஒரு பழைய தகரக் கலத்தைக் கொண்டு ஓர் எளிய பர்னரை அமைத்திடலாம். அவசியமில்லாத போதிலும், ஓர் உலோகக் குழலொன்று கலத்



தின் மேற்புறத்தில் பற்ருசு வைத்து ஒட்டப் பெறுகின்றது; அங்ஙனமே முறுக்கிய கம்பி யொன்றினையும் மேற்புறத்தில் பற்ருசு கொண்டு பற்ற வைத்துவிட்டால் அது சௌகர்யமான பிடியாக அமைந்து விடுகின்றது. கந்தல் துணி அல்லது வீணுகப்போன பருத்தி யாடை திரியாகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம்.

3. மைப் போத்தலினின்றும் ஒரு சாராய விளக்கு:

மரையுடன் கூடிய உலோக மூடியைக் கொண்ட ஒரு மைப் போத்தலைக் கைவசப்படுத்துக. ஓர் ஆணியைக் கொண்டு மூடியின் மேற்புறத்தில் ஒரு துளையிடுக. அத்துளையில் செருகப்பெற்ற ஒரு முப்பட்டை அரத்தின்மீது ஒரு வட்டமான இயக்கத்தைப் பயன்படுத்தி அத்துளையை 8 லிருந்து 10 மி. மீட்டர் விட்டமுள்ள வரைப் பெரியதாக்குக. ஏதாவது ஒரு கெட்டியான உருண்டைவடிவ அமைப்பினைக் கொண்டு அத்திறப்பினை மழுமழுப்பாக்குக. ஒரு மென்மையான உலோகக் குவளையிலிருந்தோ அல்லது உலோகத் தகட்டிலிருந்தோ 2.5 செ. மீ. அகலமும் 4 செ. மீ. நீளமுமுள்ள ஓர் உலோகத் துண்டினை வெட்டி எடுத்துக்கொள்க. மைப் போத்தல் மூடியின் திறப்பிற்குப் பொருத்தமான



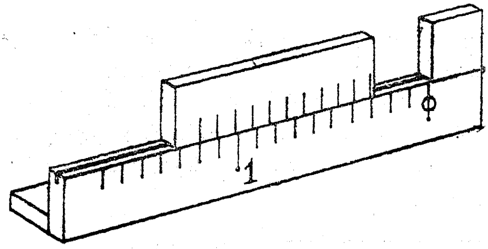
விட்டமுள்ள ஓர் இரும்புக்கோல் அல்லது வேறு உருண்டையான மரக்கோலில் இந்தத் தகட்டினை வைத்து உருட்டி ஒரு குழலாகச் செய்க. இக் குழலை மூடியின் திறப்பில் செருகுக; அது போத்தலினுள் கிட்டத்தட்ட ஓர் அங்குலம்வரை போகட்டும். இக் குழல் மூடியின்மேலுள்ள இணைப்பினைச் சுற்றியும், குழலின் மடிப்பு விளிம்பின் நெடுகவும் பற்ருசுவைத்து ஒட்டிவிடுக. வீணுன பருத்தியாடை, ஈரந்துவட்டும் துண்டின் ஒரு பகுதி, பருத்திநூலாலான இழை முறுக்கு ஆகியவற்றுள் ஏதாவதொன்றைக் கொண்டு திரி அமைக்கப்பெறலாம். போத்தலின் அடிவரையில் சென்று அடிப்புறத்தை மூடும் வரையிலும் போதுமான அளவு திரி நீளமாக உள்ளதா என்பதை உறுதிசெய்து கொள்க. வலுக்குறைந்த சாராயம் (denatured spirit) அல்லது மரச் சாராயத்தைப் பயன் படுத்துக.

வெப்ப நாடுகளில், விளக்கு பயனிலில்லாத பொழுது திரியை மூடுவதற்கேற்ற ஒரு மூடி செய்யப்பெறுதல் வேண்டும். ஒரு பழைய ஊற்றுப் பேனுவின் மூடி இச்செயலுக்குப் போதுமானதாகலாம். ஒரு சுழல் துப்பாக்கித் தோட்டாவின் பித்தளை மூடி கிடைத்தால் வெட்டு வாளினைக் கொண்டு அதனைத் தக்க இடத்தில் வெட்டிக் குழலையும் மூடியையும் தயாரித்துக் கொள்ளலாம்.

C. வேறு பயனுள்ள பொருள்கள்

1. செய்துகாட்டும் வெர்னியர் :

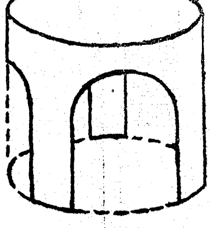
ஏறத்தாழ 1 மீட்டர் நீளமுள்ள பிதுக்கமுள்ளதும் பள்ளந்தோண்டப்பெற்றதுமான இரண்டு பலகைத்துண்டுகளைக்கொண்டு இந்தத் துணைக் கருவியைச் செய்யலாம். பிதுக்கமுள்ள பலகையில் 7 செ. மீ. நீளமுள்ள துண்டினை அதிக நீள



முள்ள பலகையினின்றும் வெட்டி எடுத்து அதனைப் பள்ளமுள்ள பக்கத்தில் ஒரு முனையில் ஒட்டி முடிவு நிறுத்தத்திற்கு (end stop) வழி செய்க. இந்தியா மையினால் அல்லது வாள் வெட்டுக்களால் 5 செ. மீ. இடைவெளிகளிருக்குமாறு அதிக நீளமாகவுள்ள பலகையில் அளவுக் கோடுகளைக் குறித்திடுக. கிட்டத்தட்ட 50 செ. மீ. நீளமுள்ள பிதுக்கப் பலகையினை ஒரு வெர்னியர் நழுவமாகப் பயன்படுத்துக. இதனை ஒரு முனையிலிருந்து 45 செ. மீ. அளந்து அப்பகுதியைப் பத்து சமப் பகுதிகளாக, அஃதாவது ஒவ்வொன்றும் 4·5 செ. மீ. அளவு இருக்குமாறு பிரித்து, அளவுக் கோடுகளிடுக. மீதியுள்ள பலகைத் துண்டு பலகைத் தாங்கிகளாகப் (brackets) பயன்படுத்தப் பெறலாம்; இதனால் இத்துணைக்கருவி பெஞ்சியின்மீது செங்குத்தாக நிற்பதற்கு ஏதுவுண்டாகும்.

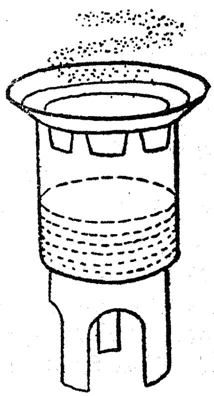
2. ஓர் எளிய முக்காலி (tripod) :

ஒரு தகரக் குவளையின் பக்கங்களை வெட்டியெறிந்து ஒரு பயனுள்ள முக்காலி செய்யப் பெறக்கூடும். வெவ்வேறு பர்னர்களுக்குப் பொருத்தமுடையனவாகவும் முக்காலிகளாகப் பயன்படவும் இரண்டு அல்லது மூன்று உருப்படிகளைச் செய்து கொள்வது நல்லது. மேல் ஓரத்தைச் சுற்றிலும் துளைகளிடப்பெறுதல்வேண்டும்; இவற்றின் வழியாக எரிதலால் (combustion) உண்டாகும் விளைபொருள்கள் வெளியேறும்.

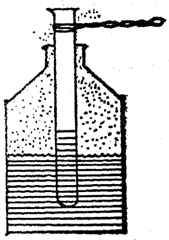


3. ஒரு நீராவித் தொட்டி :

ஒரு சிறு தட்டு (saucer), தகரக் குவளை இவற்றிலிருந்து ஓர் ஆவியாக்கும் தட்டு, ஒரு நீராவித் தொட்டி இவற்றைப் புதியனவாக அமைத்துக் கொள்ளலாம். குவளையின் மேற் பகுதியில் அரை வட்ட வடிவமுள்ள விளிம்புகளைவெட்டி விட்டால் அவற்றின் வழியாக நீராவி வெளியேறும்.



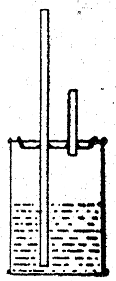
4. அடுப்பு (heater) :



ஒரு பழைய எண்ணெய்க் குவளையினின்றும் மற்றொரு வகை அடுப்பினை அமைத்தல் கூடும். ஒரு சோதனைக் குழலைச்சுற்றிலும் இரும்புக் கம்பியைச்சுற்றி அதனை முறுக்கி ஒரு கைப்பிடியாகச் செய்துகொள்ளலாம்.

5. வெப்ப இயல் சோதனைகளுக்குரிய நீராவி அளிப்பு :

நீராவிக் குவளையைச் செய்வதற்கு அமுக்கு—மூடியுடன் கூடிய ஒரு தகரக் குவளையைப் பயன்படுத்தலாம். மூடியில் இரண்டு துளைகளிட்டுப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அவற்றினூடே ஒரு நீண்ட குழலையும் ஒரு குட்டையான குழலையும் செருகிப் பற்றுசு வைத்து ஒட்டிவிடுக. நீண்ட குழல் ஒரு பாதுகாப்பு வால்வாகவும் குட்டையான குழல் (அதனுடன் பொருத்தப் பெறும் ஓர் இரப்பர் குழல் மூலம்) நீராவியைத் தரவும் பயன்படுகின்றன. இந்தத் தகரக் குவளையில் ஒழுக்கு ஏற்பட்டாலும் அல்லது குவளை துரு ஏறிப் பழுதடைந்தாலும் இந்த மூடியை இதனைப் போன்ற மற்றொரு குவளைக்கு மாற்றிப் பயன்படுத்தலாம்.

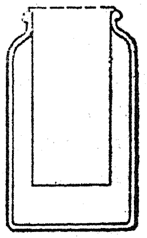


6. ஓர் எளிய கலோரிமீட்டர் :

ஓர் இராத்தல் இன்பழ ஊறல் (jam) சாடியில் தளர்ச்சியாகப் பொருந்தக்கூடிய சிறிய சாறுக் குவளைகளை (soup tins) எளிதாகப் பெறலாம். சுழலும் வகைத் திறக்கும் கருவியைக் கொண்டு

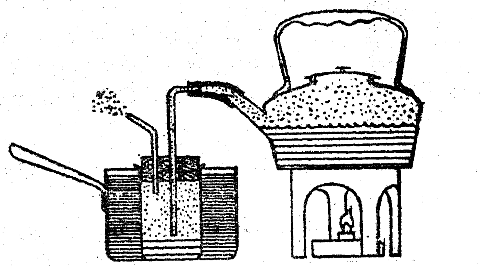
வெட்டிவிட்டால் அது மிகச் சிறந்த ஒரு கலோரிமீட்டராகப் பயன்படுகின்றது.

இந்தக் குவளையின் விளிம்பில் ஒரு தடித்த இரப்பர் பட்டையினைக் கொண்டோ அல்லது ஓரத்தில் கத்திரிப்புக்களை வெட்டி அவற்றைச் சிறிதளவு வெளிப்புறமாக மடக்கியோ அது சாடியினுள் தவறி விழாதவாறு பாதுகாக்கப் பெறக்கூடும். இம் முறையில் தொங்கவிடுதலும், கண்ணுடி, காற்று இவற்றின் குறைந்த கடத்தும் திறனும் (conductivity) அதனுடைய செயல் திட்டத்திற்குப் பெரிதும் துணை செய்கின்றன.



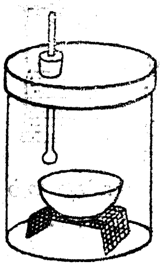
7. வாலை வடிநீர் :

கொதி நீருக்காக ஒரு வெந்நீர்க் கெண்டி (kettle) பயன்படுத்தப் பெறக்கூடும்; இக் கொதிநீரின் ஆவி ஒரு பெரிய தக்கை பொருத்தப் பெற்று அகன்ற சட்டியில் நீரில் அமிழ்த்தப்பெற்றுள்ள ஓர் இன்பழ ஊறல் சாடியில் குளிர்வித்து நீர்ப் பொருளாக்கப்பெறுகின்றது. இரப்பர்க் குழல், ஒட்டு நாடா அல்லது களிமண் இவை இணைப்பிற்குப் பயன்படுத்தப் பெறலாம்.



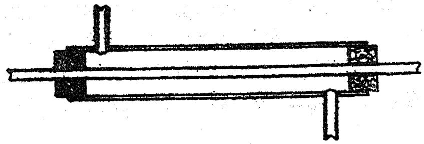
8. ஒரு காற்றுலை :

ஒரு பெரிய தகரக் குவளை ஒரு காற்றுலையாகப் பயன்படுத்தப் பெறலாம். குவளை மூடியில் பொருத்தப் பெற்றுள்ள தக்கையின் துளையில் ஒரு வெப்பமானி செருகப் பெறுகின்றது. குவளையின் உட்புறத்தில் கம்பி வலையாலான பாலமொன்றில் ஒரு சிறு தட்டு வைக்கப்பெறுகின்றது.

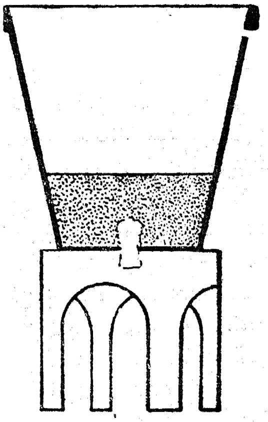


9. லீபிக் கண்டென்ஸர் (இரும்பு) :

ஓர் உலோகக் கண்டென்ஸரைச் சரிக்கட்டுவதற்கு நீர்க்குழல் அல்லது மின்கால்வாயில் க்கலாம்; இந்தக் கண்டென்ஸர் கண்ணாடியாலான கண்டென்ஸரைவிட மிக வன்மையுடையதாக இருக்கும். நுழைவாய்க் குழலையும் வெளி



யேறு குழலையும் அதன் பக்கங்களில் திருகிவிடலாம்; அல்லது பற்றுசு வைத்து ஒட்டிவிடலாம். குழலின் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு துளை தக்கைகள் பொருத்தப்பெற்று அவற்றில் சாதாரணக் கண்ணுடிக் குழல் செருகப்பெற்றுள்ளது.

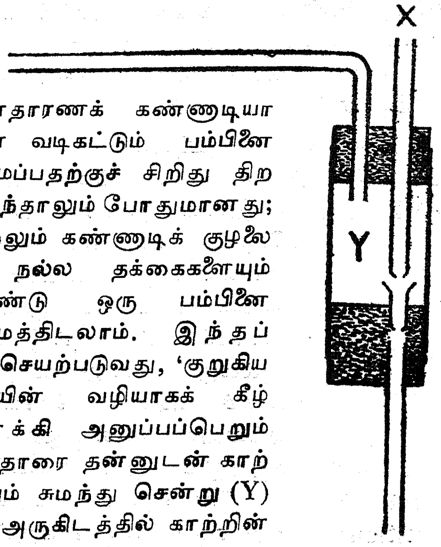


10. வடிகட்டி :

அடிப்புறத்தில் பருத்தி அடைப்பு (plug) டன் கூடிய செடியினம் வைக்கப் பெறும் சட்டியில் ஒரு சில அங்குல ஆழத்திற்கு மணலைப் போட்டால் அது பல செயல்கட்குப் பயன்படும் திருப்திகரமான வடிகட்டியாகின்றது.

11. வடிகட்டும் பம்பு :

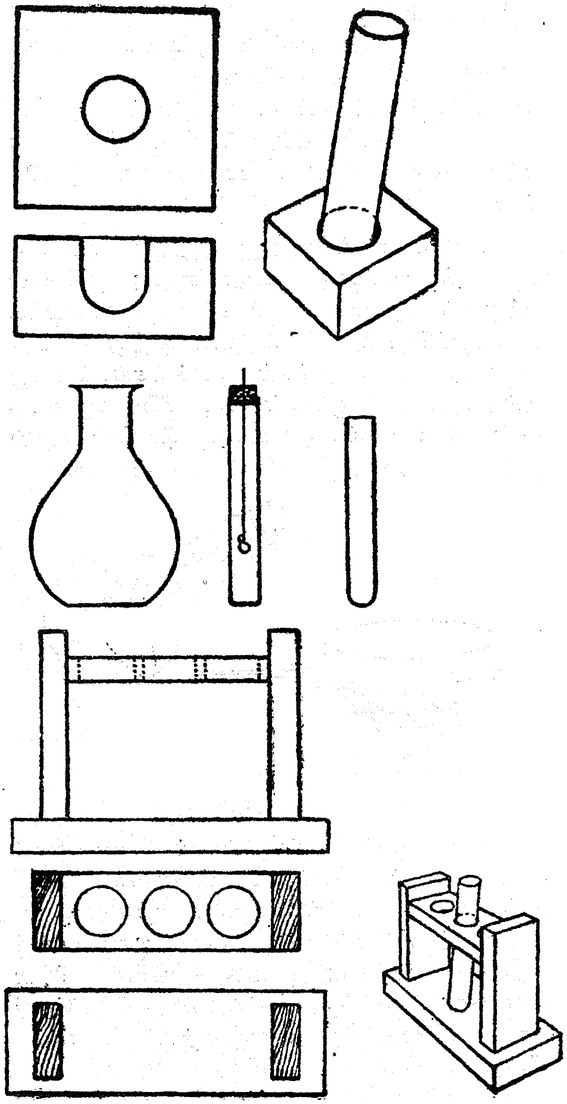
சாதாரணக் கண்ணுடியாலான வடிகட்டும் பம்பினை அமைப்பதற்குச் சிறிது திறனிருந்தாலும் போதுமானது; ஆனாலும் கண்ணுடிக் குழலையும் நல்ல தக்கைகளையும் கொண்டு ஒரு பம்பினை அமைத்திடலாம். இந்தப் பம்பு செயற்படுவது, ‘குறுகிய குழாயின் வழியாகக் கீழ் நோக்கி அனுப்பப்பெறும் நீர்த்தாரை தன்னுடன் காற்றையும் சுமந்து சென்று (Y) யின் அருகிடத்தில் காற்றின்



யைப் பொறுத்தது. மிகப் பொருத்தமான நீர்த் தாரைகளின் பருமன்கள் முயன்று தவறிக் கற்றல் மூலம் கண்டறியப்பெறும்; ஆனால் முதல் தாரைக்கு 1 மி. மீட்டர் குறுக்களவினை யும், இரண்டாம் தாரைக்கு 2 மி. மீ. குறுக்கள வினையும் கொண்டால் நல்ல விளைவுகள் ஏற்படு கின்றன.

12. வேதியியலில் தனியாள் வேலைக்குரிய துணைக் கருவி :

தொடக்க வேதியியலில் மேற்கொள்ளப்பெறும் பல சோதனைகட்கு மூக்குக் குவளைகள், சோத



படைத் தளவாடம் தேவைப்படுகின்றது. மேலே விவரிக்கப்பெற்றுள்ள கருவிகலத் தொகுதியில் (outfit) சாதாரணமாக நடைமுறையில் தேவைப்படும் யாவும் அடங்கியுள்ளன. உருளை யான கழுத்தினையுடைய 150 க. செ. மீ. அள வுள்ளப் பைரெக்ஸ் (pyrex) குடுவை ஒரு முகவையாகவோ (beaker), குடுவையாகவோ அல்லது நீராவியை உற்பத்தியாக்கும் கருவி யாகவோ பயன்படுத்தப்பெறலாம். கம்பி வலை யில் சுருட்டப்பெற்றுள்ள ஒரு சாதாரணக் கண் ணாடிக் குழல் எரிதல் குழலாகப் (combustion tube) பயன்படுத்தப் பெறலாம்; அது சாதாரண வன்கண்ணாடிக் குழலைப்போல் அடிக்கடி உடைந்து போவதில்லை.

ஒரு மாதிரிக் குழல் ஒரு திருப்திகரமான சிறிய வாய்பு சாடியாக மாற்றப்பெறக் கூடும். மிகவும் இன்றியமையாததாக இராவிடினும், ஒரு சோதனைக்குழல் அடுக்கு வசதியாக இருக்கும்; இங்குக் குறிப்பிடப் பெற்ற சிறு சோதனைக் குழல்களைச் சிறுவர்களின் சிறு விரல்களால் மூடுவதற்கு வசதியாக இருக்கக்கூடிய நற்பய னும் இதனால் கிடைக்கும். ஒரு மரக்கட்டை அடித்தளத்துடன் கூடிய ஒரு பெரிய குழல் ஏனைய பலசோதனைகட்குப் பயன்படும் கைப் பிடிப் போத்தலாகப் (stock bottle) பயன்படு கின்றது. ஓடும் நீர் கிடைக்காவிடில், நீருட னுள்ள ஒரு பெரிய தகரக்குவளை (500 க.செ.மீ.) வடிவில் ஒரு பெரிய கண்டென்ஸர் அமைக்கப் பெறுகின்றது. வெளிவரும் குழாயில் நீர் ஒழுகா இணைப்பினை அமைத்தல்தான் இதில் ஒரு கடின மான செயலாகும். கீழ்நிலை வகுப்பு செய்முறை வேதியியலில் இத்துணைக் கருவி மிகவும் பயனளிக்கக்கூடியதாக உள்ளது.

13. தீய்ந்த மின்குமிழ்களினின்றும் கொள் கலன்கள் :

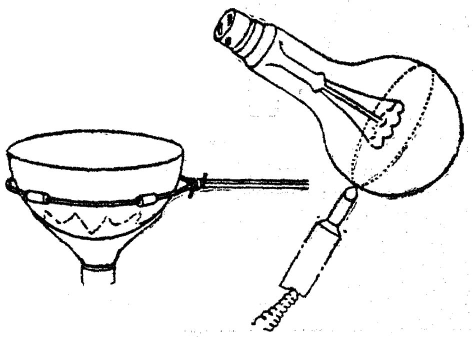
குடுவைகள், மூக்குக் குவளைகள், சோதனைக் குழல்கள் இவைபோன்ற அமைப்புக்களுக்குப் பதிலாகப் பயன்படக்கூடிய கொள்கலன்களை தீய்ந்துபோன மின் விளக்குக் குமிழ்களினின் றும் உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம். ஓரளவு முன் னெச்சரிக்கையுடன் கையாண்டால் இவை அதிக மான வெப்பத்தையும் கையாளுதலையும் தாங்கக் கூடியவை. எந்த அளவு மின்குமிழும் பயன் படுத்தப் பெறலாம். பல்வேறு அளவுக் குமிழ்கள் நன்கு பயனளிக்கக் கூடியவை.

ஒரு மின்குமிழைச் செயற்படுத்துங்கால் அதனை ஒரு பழைய துடைக்கும் துண்டினாலோ (towel) அல்லது வேறு துணியினாலோ போர்த்திக் கொள்வது அறிவுடைமையுடன் கூடிய முன்னெச்சரிக்கையாகும். ஒரு கத்தியைக்கொண்டு குமிழின் நடுவில் மேற்புறத்திலுள்ள சிறிய உலோகப் பொத்தானை உயர்த்துக. அது ஒரு குறட்டினால் பற்றப்படும்வரை வளைத்திடுக. குறட்டினைக்கொண்டு மேல் நோக்கி இழுத்து இந்த உலோகப் பொத்தானை உயர்த்துக. இச் செயல் அதனுடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள கம்பியைத் திறந்துகாட்டும். முறுக்கிய இயக்கத்தால் கம்பியினின்றும் பொத்தானை வெட்டி நீக்குக. கரிய மின்காப்பின் நடுவிலுள்ள துளை இப்பொழுது வெளிக்காட்டப் பெறுதல்வேண்டும். இந்த மின்காப்பினைக் கவனமாகத் தளர்த்தி நீக்குக. குறட்டினைக்கொண்டு அதனைப் பல துண்டுகளாக உடைக்க வேண்டிய அவசியமும் நேரிடலாம். இயன்றவரை பித்தளைக்கூடு வளையாதிருக்குமாறு கவனித்திடுக. அடுத்த செயலில் அதிகக் கவனம் தேவையாகும்; தேவையான திறனை வளர்த்துக் கொள்வதற்கு முன்னர் நீங்கள் சில குமிழ்களை உடைக்கவும் நேரிடலாம். போர்த்தப்பெற்ற குமிழை இறுகப் பற்றிக்கொண்டு அரத்தின் நுனியைப் பயன்படுத்துக. விரைவான இயக்கத்தினால் குமிழின் உச்சியிலுள்ள திறப்பில் துளையிடுக. குமிழின் கம்பி இழையைத் தாங்கும் கண்ணாடிக்கோல் குமிழினுள் விழுதல்வேண்டும். அடுத்தபடியாக, ஒழுங்கில்லாத கண்ணாடியின் பின்புறத்தை அதன் கழுத்தில் வெட்டுவதற்கு ஓர் உருண்டையான அல்லது எலி-வால் அரத்தைப் பயன்படுத்துக. குமிழில் வெடிப்பு ஏற்படாமல் இதனைச் செய்யலாம். தாங்கும் கோலையும் வேறு பொருள்களையும் குமிழினுள்ளிருந்து நீக்கப் பெறுதல் கூடும்; இப்பொழுது குமிழ் பயன்படும் நிலையிலுள்ளது. குடுவையின் மூடியாகவேண்டிய பித்தளைக் கூடு வளைந்துவிட்டால், பொருத்தமான நீறுக்களவுடைய உருளை வடிவமான மரக் கோலை அதனுள் நுழைத்துச் சுழற்றி அதனைப் பழைய வடிவத்திற்குக் கொண்டு வரலாம். தக்கைகளையும் இரப்பர் அடைப்பான்களையும் கொண்டு தேவையானபொழுது ஒரு துணைக் கருவியினை அமைத்திடுவதில் பித்தளைக் கூடு இறுகலான மூடிகளைச் செய்யத் துணையாகவுள்ளது.

14. ஒரு தீய்ந்த மின்குமிழினின்றும் ஒரு கண்ணாடித் தட்டினை வெட்டுதல்:

அரைக் கோள வடிவமுள்ள ஒரு மின்குமிழின் அடிப்பகுதி பயன்படக்கூடிய கண்ணாடித் தட்டாக அமைகின்றது; அதனை அங்ஙனம் வெட்டுவதற்கு ஒரு பற்றுசுக் கோலைப் பயன்படுத்தலாம். குமிழைப் பக்கவாட்டில் இருக்குமாறு வைத்துக்கொண்டு அதனுடைய மிகப் பெரிய சுற்றளவினைச் சுற்றிலும் ஓர் அரத்தினைக் கொண்டு ஒரு கீறல் போடுக. பற்றுசுக் கோலினை ஓர் ஆய்வக இறுக்கியில் (clamp) 45° கோணத்தில் இருக்குமாறு அமைத்திடுக; இந்த ஏற்பாட்டில் பற்றுசின் முனை பெஞ்சிற்குமேல் அதே உயரத்தில் வெட்டும் முனையாக அமைந்திடுதல் வேண்டும். குமிழை இரண்டு கைகளினாலும் பற்றிக்கொண்டு, அதனைப் படுக்கை மட்டத்தில் வைத்துக்கொண்டு, குமிழின் கீறல் பற்றுசு முனையைத் தொடுமாறு அதனை அருகில் கொண்டு வருக.

பிளவு தொடங்கியதற்கு அறிகுறியாக ஒரு சிறிய வெடிப்பொலி உண்டாகும்; குமிழைப் பற்றுசின் முனையைத் தொடும் நிலையிலேயே வைத்துக்கொண்டு வெட்டுதலை முற்றுவிப்பான் வேண்டி அதன் அச்சில் சுழலச் செய்யப் பெறுதல் வேண்டும். குமிழின் விளிம்பினை ஒரு வாயுவின் சுவாலையில் சூடாக்கி, வெட்டியதனால் ஏற்பட்ட கூரிய விளிம்பினைப் போக்கிவிடலாம்.



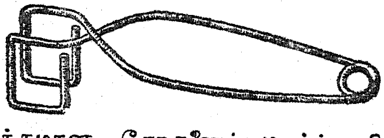
இத்தட்டுக்கள் பயன்படுங்கால் அவை கம்பி வளையத்தினால் தாங்கப்பெறுகின்றன; கம்பியின் நெடுகே தட்டில் வெடிப்பு ஏற்படுவதைத் தடுப்பதற்காகக் கம்பியில் கல்நாரினாலான தாங்கு முனைகள் (bearing points) அமைக்கப்பெறுகின்றன. குமிழின் எஞ்சிய பகுதி மின்முறிகலம் (voltameter) அமைத்தற்குப் பயன்படுகின்றது.

15. ஓர் அளவு சாடி அல்லது அளவிடும் கண்ணாடி:

பல்வேறு பருமன்களில் நேர்ப் பக்கங்களை யுடைய பல கண்ணாடிச் சாடிகளைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. அளவுக் கோடுகளிட்ட சாடிகளை ஆக்குவதற்கு ஆலிவ் போத்தல்கள் மிகவும் பயன்படுகின்றன. போத்தலின் மேற் புறத்தில் கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. கீழிருக்குமாறு கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. அகலமுள்ள தாளினைப் போத்தலின் நெடுக ஒட்டுக. அடுத்தபடியாக, கிட்டத்தட்ட அந்தப் போத்தலைப்போலவே கொள்ளளவுள்ள ஒரு வணிக அளவு சாடியினைப் பெறுக; அதனைக்கொண்டு போத்தலில் ஒட்டப் பெற்றுள்ள தாளின் உச்சி வரையிலும் நீரினை அளந்து ஊற்றி நிரப்புக. தாளின் குறுக்கே ஒரு கோடிட்டு அதன் கீழ் எத்தனைக் கன செ.மீ. நீர் ஊற்றப் பெற்றதோ அந்த எண்ணைக் குறித்திடுக. எடுத்துக்காட்டாக, இது 50 க. செ. மீ. அல்லது 100 க. செ. மீ. என்று இருக்கட்டும். அடுத்தபடியாக, அந்தப் போத்தல் ஒருதன்மைத்தான விட்டமுடையதாக இருந்தால், இந்தக் கோட்டிற்கும் சாடியின் அடிமட்டத்திற்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தை சில வசதியான பகுதிகளாகப் பிரித்திடுக. தாளின் குறுக்கே கோடுகளிட்டு ஒவ்வொரு பிரிவையும் குறிப்பிடுக. எடுத்துக்காட்டாக, 50 க. செ. மீ. நீர் பயன்படுத்தப் பெற்றதாகக் கொள்வோம்; இப்பொழுது நீங்கள் போத்தலின் நீளத்தை ஐந்து சமப் பகுதிகளாகப் பிரித்திடலாம்; அடி மட்டத்திலிருந்து முதல் கோடு 10 க. செ. மீ., அடுத்த கோடு 20 க.செ.மீ. என்று இங்ஙனம் குறிகளிடப் பெறலாம். அடுத்தபடியாக, ஒவ்வொரு பெரிய பிரிவும் சிறு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பெற்றுத் தாளின்மீது கோடுகள் வரையப்பெறலாம். இவ்வாறு அமைத்திட்ட அளவு சாடியில் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரினை ஊற்றி அந்த நீரினைத் திரும்பவும் தரப்படுத்தியுள்ள கலத்தில் ஊற்றிச் சரிபார்க்கலாம். இங்ஙனம் பல்வேறு அளவுகட்கும் நீரினை ஊற்றி அந்த அளவுகள் யாவும் சரியானவைதாமா என்பதைச் சோதித்திடுதல் வேண்டும். கோடுகளில் சிலவற்றைச் சிறிதளவு மேலும் கீழுமாகத் தள்ளிப்போடவேண்டியும் நேரிடலாம். இச் சோதனை முற்றுப் பெற்றதும், அளவுகோலைத் தாளில் நிரந்தரமாக அமைத்து (இந்தியா மையினைக்கொண்டு அமைத்திடலாம்) அதனை மெல்லிய உருகிய பாரஃபின் மெழுகு, அரக்கு, காகித மினுக்கெண்ணெய் (varnish) அல்லது பிளாஸ்டிக் காரை ஆகியவற்றால் பூசிவிடலாம்.

16. ஒரு சோதனைக் குழாய்ப் பிடி :

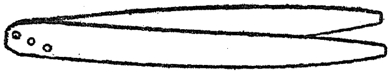
இரும்பு அல்லது பித்தளையாலான ஓர் உறுதியான வில் கம்பியை விளக்கப்படத்தில் காட்டியுள்ள வடிவத்தைப்போல் வளைத்து ஒரு

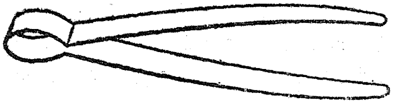


பொருத்தமான சோதனைக்குழாய்ப் பிடியைச் செய்யலாம். மேற்சட்டையைத் தொங்கவிடும் கருவியின் கம்பி இதற்கு நன்முறையில் செயற்படும்.

17. ஆய்வக இடுக்கி :

பெட்டியைச் சுற்றிலும் வைக்கப் பயன்படுவதும் கப்பலில் ஏற்றுவதற்குப் பின்னற்கூடை அமைப்பதற்குப் பயன்படுவதுமான எளிதில் வளையக்கூடிய பட்டை இரும்பினைக் கொண்டு மிகவும் பயன்படக் கூடிய இடுக்கி செய்யப் பெறலாம்.



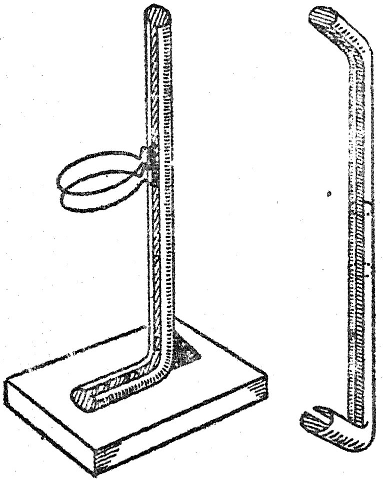


இங்குக் காட்டப் பெற்றுள்ள இடுக்கி கிட்டத்தட்ட 12 செ. மீ. நீளமுள்ளது. மேலுள்ள படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள இடுக்கி இரண்டு இரும்புப் பட்டைகளைப் பற்றுவைத்து ஒட்டியோ அல்லது ஆணியடித்து இறுக்கியோ இணைத்தும் அதன் பிறகு வளைத்தும் பொருத்தமான வடிவத்திற்கு வெட்டியும் அமைக்கப் பெறலாம். கீழுள்ள படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள இடுக்கி 26 செ. மீ. நீளமுள்ள ஓர் ஒற்றை இரும்புப் பட்டையினின்றும் அமைந்ததாகும். பட்டையின் மையத்தைப் பொருத்தமான குறுக்களவுள்ள ஓர் இரும்புக் கோலினைச் சுற்றி வளைத்து அதன் வட்டமான தலைப்பகுதி செய்யப்பெற்றது. அதன் பிறகு பக்கங்கள் வெட்டப்பெற்று அளவிற்கு உருவாக்கப்பெற்றது.

18. ஓர் உலோக வளையந்தாங்கியும் வளையங்களும்:

சமதளமாகவுள்ள ஒரு திரைக் கோலையும் விளக்கு மூடாக்குகளைத் (shades) தாங்குவதற்

காக மின்குமிழ்களின்மீது இறுகப் பற்றிக்கொண்டிருக்கும் பிடிப்புப் பொருளையும் கொண்டு பயன்படும் ஒரு வளையந் தாங்கியும் வளையங்களும் அமைக்கப்பெறலாம். சாதாரணமாக, இவை இரும்புக் கடைகளில் கிடைக்கும் விளக்கப் படத்திலுள்ளவாறு திரைக்கோலின் உருவம் அமைக்கப்பெறுகின்றது.



திரைக்கோலில் நழுவிச் செல்லுவதற்கேற்றவாறு இரண்டு துண்டுகள் சேர்த்து இணைக்கப் பெற்றுள்ளன. இதனல் அவை வெவ்வேறு அகலமுள்ள திரைகளுக்கேற்றவாறு சரிப்படுத்திக் கொள்ளப்பெறலாம்.

அத்தகைய திரைக் கோலின் ஒவ்வொரு பகுதியையும் ஒரு பொருத்தமான மர அடித்தளத்துடன் ஆணிகளைக் கொண்டோ அல்லது மரை யாணிகளைக்கொண்டோ பொருத்துக. கோலுக்கு எதிராக அடித் தளத்துடன் பொருத்தப் பெற்றுள்ள ஒரு முக்கோணப் பிணைப்பு வளையந்தாங்கியை வலுவுடையதாகச் செய்யும். இது விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளது. விளக்கு மூடாக்குப் பிடிப்புப் பொருள்கள் ஒரு சேர நசுக்கப்பெற்று அதன் கவர் முட்கள் திரைக் கோலின் உட்புறமாகவுள்ள சுவட்டில் (slot) பொருத்துப்பெறுகின்றன. வில்லின் அமுக்கம் பிடிப்புப் பொருளை எந்த உயரத்திலும் பற்றுவதற்குப் போதுமானது; இது வளையந்தாங்கியின் மிகப் பயனுள்ள வளையமாக அமைகின்றது.

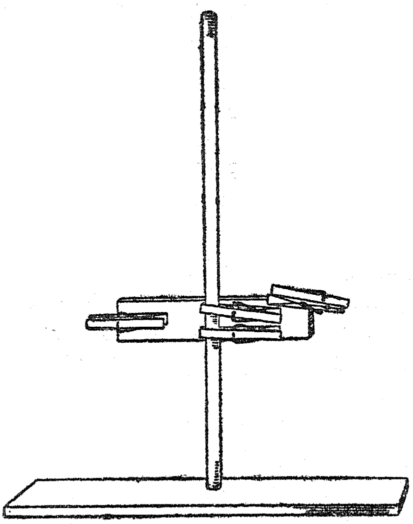
மேலங்கியைத் தொங்கவிடும் கருவியிலுள்ள ஒரு கம்பியைப் பொருத்தமான அளவிற்கும் வடிவத்திற்கும் வளைத்து வேறொரு வகை வளையமும் அமைக்கப்பெறலாம்.

19. ஒரு மரத்தாலாகிய வளையந்தாங்கி :

இந்த வளையந்தாங்கியின் அடித்தளம் 40 செ.மீ. நீளமும், 15 செ.மீ. அகலமும், 1 செ.மீ. கனமும் உள்ள ஒரு பலகையால் செய்யப்பெறுகின்றது. 1 செ. மீ. குறுக்களவுள்ள துளை அடித்தளத்தின் நடுவில் இடப்பெறுகின்றது. செங்குத்துச் சட்டம் 1 செ. மீ. குறுக்களவும் 45 செ. மீ. நீளமும் உள்ள இரும்பு அல்லது மரக் கோலினல் அமைக்கப்பெறுகின்றது. இந்தச் செங்குத்துக்கோல் அடித்தளத்தின் துளையில் மிக இறுக்கமாகப் பொருந்தவேண்டும். இந்த அளவுள்ள கோல் கிடைக்காவிடில், வேறு அளவுள்ள கோலினைப் பயன்படுத்தலாம்; ஆனல் அடித்தளத்திலுள்ள துளை அதற்கேற்றவாறு இடப் பெறுதல் வேண்டும்.

20. வளையந்தாங்கிக்குரிய தளவாட ஆதாரச் சட்டம் :

மேற்கூறிய வளையந்தாங்கிக்குரிய பயனுள்ள ஒரு தளவாட ஆதாரச் சட்டம் வில் அமைப்புடன் உள்ள நான்கு துணி இடுக்கிகளுடன் கூடிய 18 செ. மீ. நீளமும் 4 செ. மீ. அகலமும் 1 செ. மீ. கனமும் உள்ள மரப்பலகை

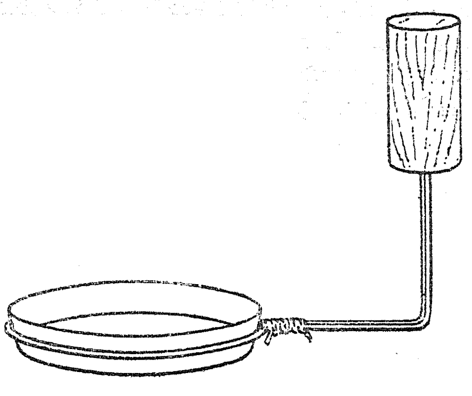


யொன்றினல் செய்யப் பெறலாம். ஆடை இடுக்கிகள் ஆதாரப் பலகையுடன் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு பொருத்தப்பெற்றுள்ளன. இரண்டு முனைகளிலுள்ள ஆடை இடுக்கிகள் சோதனைக் குழல்கள் போன்ற தளவாடத்தைத் தாங்கு

கின்றன; நடுப் பகுதிக்கு அருகில் வைக்கப் பெற்றுள்ள இரண்டு இடுக்கிகள் செங்குத்தாக வுள்ள வளையந் தாங்கியை இறுகப் பற்று கின்றன. ஆதாரச் சட்டத்தின் வலப்புற முனையி லுள்ள ஆடை இடுக்கி பொருத்தமான இடத்தை நிரவிய பிறகு விளக்கப்படத்தில் காட்டியுள்ள வாறு ஒரு கோணத்தில் அமைக்கப்பெற்றிருப் பதை உற்று நோக்குக. இந்த அமைப்பு மரத்தா லாகிய இடுக்கியில் நெருப்புப் பற்றிக்கொள் ளாமல் சோதனைக் குழலை ஒரு கோணத்தில் தாங்கி அது சூடாக்கப் பெறுவதற்கு எளிதாக அமைகின்றது.

21. இரும்புத் தட்டு :

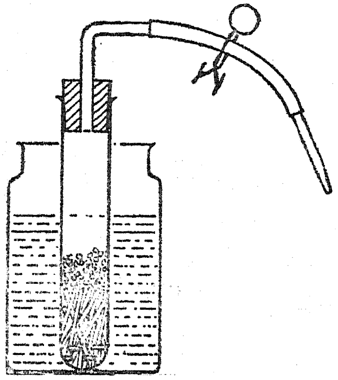
இது வேதியியலில் பல சோதனைகள் செய் வதற்குப் பயன்படுகின்றது. பொருளைப் பாது காக்கும் சாடியின் மூடி துத்தநாகப் பூச்சினைக் கொண்ட கம்பியில் வளைத்துச் சுருக்கிடப்பெறு



கின்றது. கம்பியின் விடுதலையாகவுள்ள முனை ஒரு மரக்கோலில் பதித்து வைக்கப்பெறு கின்றது; இதனுல் இது மரத்தாலாகிய தாங்கி யின் இடக்கைப் பற்றிறுக்கியால் (clamp) தாங்கப் பெறுதல் கூடும்.

22. தானுக இயங்கும் வாயு உற்பத்திக் கருவி :

இது கிப் துணைக்கருவியைப் போன்ற ஒரு சிறு அமைப்பாகும். வினைப்படுத்துத் திண் பொருள் (துத்தநாகம், சலவைக்கல், அயசல் ஃபைடு முதலியவை) துளைகளுள்ள ஒரு பெரிய சோதனைக்குழலில் வைக்கப்பெறுகின்றது; அமிலம் ஒரு சாடியில் அல்லது பிற கொள் கலனில் இருக்குமாறு செய்யப்பெறுகின்றது.. சோதனைக் குழலின் அடிப் பகுதியில் ஊது குருத் தியைக் (blow pipe) கொண்டு கண்ணுடி பொத் துப் போகும்வரை மிக நுண்ணிய கூர் நுனியைக் காட்டித் தடவைக்கு ஒன்ருக பல துளைகள் இடப் பெறுகின்றன. கண்ணுடி உருண்டை மணிகள் அல்லது செங்குத்தாக வைக்கபெற்றுள்ள கண்ணுடிக் குழலின் சிறு துண்டுகள் வினைப் படுத்துத் திண்பொருளுக்கு (solid reagent)



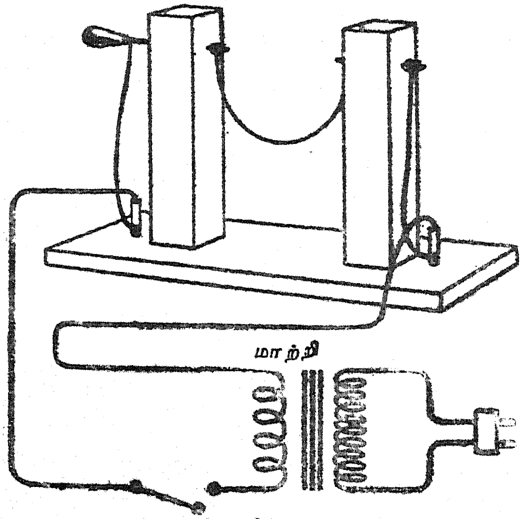
மேடையாக உதவுமாறு சோதனைக் குழலின் அடிப்பகுதியில் வைக்கப்பெறுகின்றன. கண் ணுடிக் குழலைத் தன்னூடே கொண்ட ஓர் இரப்பர் அடைப்பான் அச் சோதனைக் குழலி னுள் செருகப்பெறுகின்றது; கண்ணுடிக் குழலையும் கண்ணுடிக் குழல் மூக்கினையும் (nozzle) ஓர் இரப்பர்க் குழல் இணைக்கின்றது. ஓர் இடுக்கி யால் (clip) அல்லது கைவிரல்களால் குழலை நசுக்கிப் பிடித்துக் கொள்வதால் வெளிப்போகும் வழி அடைக்கப்பெறுகின்றது.

23. கண்ணுடிச் சாடிகளையும் போத்தல்களையும் வெட்டுவதற்குரிய மின்சார ஏற்பாடு :

போத்தல்கள், குவளைகள் (jugs), குடுவைகள், தீய்ந்துபோன மின்குமிழ்கள், கண்ணுடியாலான பிற பொருள்கள் இவற்றைக் கொண்டு பயன் படக்கூடிய எண்ணற்ற சிறிய தளவாடங்களை அமைத்துக்கொள்ளலாம். அத்தகைய பொருள் களின் மேற்பகுதி அல்லது அடிப் பகுதியை வெட்டி எறிந்துவிட்டு அவற்றை ஒரு திட்ட மான செயல்களுக்குப் பயன்படுத்தும் அவசியம் அடிக்கடி நேரிடுகின்றது. அத்தகைய அமைப் புக்களை வெட்டுவதற்கு இந்தத் தளவாடம் மிகவும் பயன்படத்தக்கதாக உள்ளது. வெட்டும் செயல் முடிவுற்ற பிறகு கூரிய வெட்டுவாய்களை ஓர் அரத்தினைக் கொண்டோ அல்லது தீ-மினுக் கிடல் (fire polishing) மூலமோ மழு மழுப்பாக்கு தல் இன்றியமையாதது.

$20 \times 7 \times 4{\cdot}5$ செ. மீ. அளவுகளுள்ள இரண்டு செங்குத்துச் சட்டங்கள் ஒன்றற்கொன்று

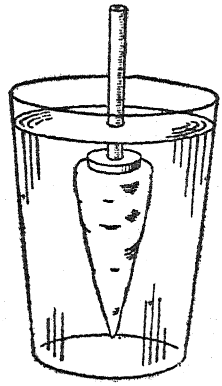
15 செ. மீ. இடைவெளி இருக்குமாறு ஒரு பொருத்தமான அளவுள்ள அடித்தளத்துடன் இணைக்கப் பெறுகின்றன.



செங்குத்துச் சட்டங்கள் ஒவ்வொன்றிலும் மேற்புறத்திலிருந்து 2 செ. மீ. அளவு கீழாக 5 மி. மீ. குறுக்களவுள்ள பித்தளைக் கோல்கள் அமைவதற்கேற்றவாறு பொருத்தமான அளவுள்ள துளைகள் மிகக் குறைவான அளவுள்ள பக்கத்தில் இடப்பெறுகின்றன. ஒரு செங்குத்துச் சட்டத்தின் ஊடே ஒரு பெரிய பித்தளை அல்லது இரும்பு போல்ட்டு ஆணி வைக்கப் பெறுகின்றது. மற்றொன்றின் ஊடே கைப்பிடியைத் தாங்கியுள்ள ஒரு பெரிய போல்ட்டு ஆணி வைக்கப்பெறுகின்றது. இந்த அமைப்பிலுள்ள ஒரு மரையாணி சமநிலைப் பொறியாக (regulator) உள்ளதை ஓவியம் காட்டுவதைக் கவனித்திடுக.

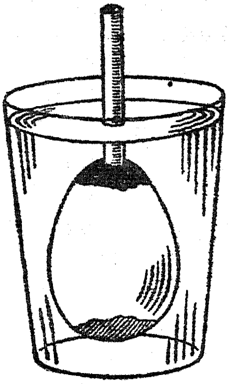
மின்சார மூலத்திற்குப் (ஒரு ஸ்டெப் - டௌன் மாற்றியிலிருந்து 12 வோல்ட்டு; 220-12 வோல்ட்டு அல்லது 110-12 வோல்ட்டு) பொருத்தமாக மிக உயர்ந்த மின் தடையுடன் கூடிய நிக்கல்-குரோமியம் கலந்த கம்பி அல்லது வேறு கம்பி பொருத்தமான சுரைகளைக் (nuts) கொண்டு கோல்களின் முனையில் இணைக்கப் பெறுகின்றன. ஓவியத்தில் மின் சுற்று காட்டப் பெற்றுள்ளது.

தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்க. ஒரு கூரிய கத்தியையோ அல்லது ஆப்பிள்பழ நடுமுள்ளினையோ கொண்டு காரட்டின் உச்சியில் 2 அல்லது 2·5 செ.மீ. ஆழமுள்ள ஒரு துளையிடுக. உச்சிப் பகுதி பிளந்து போகாமல் கவனித்துக்கொள்க. இந்தத் துளையை அடர்வுள்ள சருக்கரைக் கரைசலால் நிரப்புக. இத்துளையில் இறுகப் பொருந்தக்கூடியதும் ஒன்றிலொன்றுகப் பிணைக்கப் பெற்றதுமான இரண்டு வைக்கோற்புற் குழல்கள் அல்லது கண்ணுடிக் குழலைச் செருகுக. இந்த அமைப்பினை நீருள்ள சாடியில் சிலமணி நேரம் வைத்திடுக. காரட்டின் உச்சியிலுள்ள துளை ஒழுங்காக இராவிடில் முத்திரை அரக்கினை எரியும் மெழுகுவர்த்தியின் சுவாலையில் வைத்து இளகிய அரக்கினைக் கொண்டு தக்கையினை இறுக்கமாக அடைப்பதும் அவசியமாகலாம்.



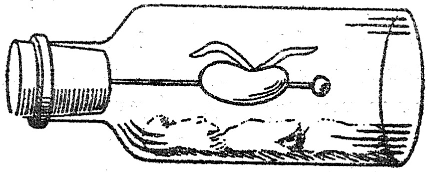
6. ஒரு முட்டையாலான சவ்வூடு பரவுதலை அளக்கும் கருவி :

சிறு தட்டு போன்ற ஆழமற்ற தட்டொன்றில் சிறிதளவு ஹைட்ரோக்ளோரிக் அமிலம் அல்லது புளிக்காடியைக் (vinegar) கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. ஆழத்திற்கு ஊற்றுக. முட்டையின் பெரிய பக்கம் அமிலத்திலிருக்குமாறு வைத்திடுக. அப்பக்கத்தின் ஓடுமட்டிலும் அரிக்கப் பெற்று அதன் உட்புறத்திலுள்ள மெல்லிய சவ்வு மட்டிலும் வெளியில் தெரியும் வரையிலும் இங்ஙனம் வைத்திருத்தல் வேண்டும். முட்டையின்மீதுள்ள அமிலத்தை நீரால் கழுவுக. ஒரு கூரிய கருவியைக்கொண்டு முட்டையின் மறுபுறத்தின் ஓட்டில் ஒரு சிறு துளையிடுக. ஒரு வைக்கோற்புற் குழல் அல்லது கண்ணுடிக் குழலை அத் துளையின் வழியாக முட்டையின் உட்புறம் வரை செருகுக. இக்குழலைச் சுற்றிலுமுள்ள இடைவெளியை சீமைக்காரை (cement) அல்லது முத்திரை அரக்கு இவற்றினைக் கொண்டு அடைத்துவிடுக. இது மிகவும் இறுக்கமாக இருத்தல்வேண்டும். சவ்வூடு பரவுதலை அளக்கும் இந்தக் கருவியை நீருள்ள ஒரு கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் வைத்து ஒரு சிலமணி நேரம் அப்படியே இருக்குமாறு செய்க.



7. வேர்களின்மீது ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விளைவு :

கிட்டதட்ட 8 செ. மீ. சதுர அளவுள்ள பல மையொற்றுத்தாள் துண்டுகளை வெட்டுக. இவற்றை இரண்டு சதுரக் கண்ணுடிகளிடையே வைத்திடுக. ஒவ்வொரு புறத்திலும் கண்ணுடிக்கும் மையொற்றுத்தாளுக்கும் இடையில் பல முள்ளங்கி அல்லது கடுகு விதைகளை வைத்து அவற்றை இரப்பர்ப் பட்டைகளால் இறுகப் பிணைத்திடுக. மையொற்றுத் தாளினை நனைத்து



அந்த அமைப்பினை நீருடன் உள்ள ஆழமில்லாத சிறு தட்டொன்றில் செங்குத்தாக இருக்குமாறு நிறுத்துக. விதைகள் முளைவிட்டு சிறு வேர்கள் கிட்டத்தட்ட 1·5 செ. மீ. நீளம் இருக்கும்பொழுது அந்தச் சதுரங்களை 90° திருப்பி அவற்றை அசையாதிருக்குமாறு வைத்திடுக. இவ்வாறு சதுரங்களைத் திருப்புதலை மீண்டும் மீண்டும் செய்து வேர்களில் அதன் விளைவினை உற்றுநோக்குக.

வேர்களின்மீது ஈர்ப்பு ஆற்றலை ஆராய்வதில் வேறொரு முறையும் உண்டு. இதில் பல விதைகளை முளைக்கவிட்டு நேராகவுள்ள ஒன்றினைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. இந்த விதையினை ஒரு நீண்ட குண்டூசியினையோ அல்லது தையலூசியினையோ கொண்டு துளையிட்டு அதனை ஒரு தக்கையில் பொருத்துக. சிறிதளவு ஈரமான பஞ்சு அல்லது மையொற்றுத் தாளினை ஒரு போத்தலில் வைத்திடுக. தக்கையினையும் நாற்றினையும் (seedling) போத்தலில் வைத்திடுக.

போத்தலை ஓர் இருண்ட நிலையறைப் பெட்டியில் (cupboard) வைத்து அதனை ஒரு மணிக்கொரு தடவை கவனித்து வருக.

8. நீரினால் வேர்கள் எங்ஙனம் பாதிக்கப்பெறுகின்றன ?

சில நாற்றுக்களை ஓர் அகண்ட கண்ணாடித் தட்டின் ஒரு கோடியில் வளர்த்திடுக. அவை கிட்டத்தட்ட 5 செ. மீ. உயரம் இருக்கும் பொழுது அவற்றிற்கு ஒரு பக்கமாகவே நீர் ஊற்றி வருக ; அண்மையிலுள்ள செடிகளுக்குச் சற்றுத் தொலைவிலேயே நீர் ஊற்ற வேண்டும். கிட்டத்தட்ட ஒரு வாரம் வரையில் இங்ஙனம் நீர் ஊற்றுவதைத் தொடர்ந்து மேற்கொள்க ; இப்பொழுது மண்ணினைத் தோண்டி நீர் ஊற்றுதல் வேர்கள் வளரும் திசையில் ஏதாவது செல்வாக்கினை விளைவித்ததா என்று கவனித்திடுக.

9. தாவரங்களின் பல்வேறு பகுதிகளில் வேர்களை வளரச்செய்தல் :

ஒரு தொட்டி மணலைக் கைவசமாக்கி அதனை நேர் சூரிய ஒளி படாத இடத்தில் வைத்திடுக. மணலை நன்றாக நனைத்து அதனை ஈரமாகவே இருக்குமாறு செய்திடுக. அடியிற்கண்ட பொருள்களை மணலில் நடுக :

(அ) பல்வேறு பூண்டுகள்.

(ஆ) பெகோனியா, ஜெரேனியம் தண்டுகளின் துண்டுகள்.

(இ) கணுவுள்ள கரும்புத் துண்டு மணலில் புதையுமாறு.

(ஈ) கணுவுள்ள மூங்கில் துண்டு மணலில் புதையுமாறு.

(உ) காரட் (carrot), முள்ளங்கி, அக்காரக் கிழங்கு (beet) இவற்றின் உச்சிகள் - இவை ஒவ்வொன்றிலும் சிறிதளவு வேர்கள் இருக்குமாறு.

(ஊ) வெங்காயம்.

(எ) ஓர் ஐரிஸ் (iris) தண்டு.

(ஏ) கண்களைக் கொண்டுள்ள உருளைக் கிழங்குத் துண்டுகள்.

(ஐ) அலரிபோன்ற எளிதில் வளையக்கூடிய செடியின் கிளை.

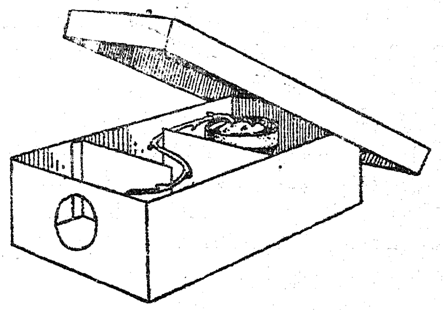
B. தண்டுகள்

1. தண்டுகளின் வளர்ச்சியில் சூரிய ஒளியின் பயன் :

(அ) இரண்டு மலர்ச் சட்டியில் ஓட் தானியம், முள்ளங்கி, மொச்சை அல்லது கடுகு போன்ற விரைவில் வளரக்கூடிய விதைகளை நடுக. இளஞ் செடிகள் சுமார் 2·5 செ. மீ. உயரம் இருக்கும்பொழுது, உச்சியருகில் ஒரு துளையைக் கொண்ட ஒரு பெட்டியால் ஒரு சட்டியை மூடுக. அடிக்கடிப் பெட்டியைத் தூக்கி வளர்ச்சியின் திசையை உற்றுநோக்குக. பல்வேறு திசைகளினின்றும் ஒளி வருமாறு பெட்டியைத் திருப்பி அமைத்திடுக ; ஒரு சில நாட்கள் கழிந்த பிறகு மீண்டும் உற்று நோக்குக.

(ஆ) படத்தில் காட்டியவாறு ஒரு நீண்ட குறுகிய பெட்டியில் இரண்டு ஒளித்தடுப்புக்களை வைத்திடுக ; பெட்டியின் ஒரு கோடியில் ஒரு துளையிடுக. பெட்டியில் வைக்கக்கூடிய அளவுள்ள ஒரு சிறு சட்டியில் முளைத்து வரும் உருளைக் கிழங்கினை நடுக. துளைக்கு அப்பாலுள்ள ஒளித்தடுப்பின் பின்புறமாக இந்தச் சட்டியை வைத்திடுக. பெட்டியை மூடி அதனை ஒரு சாளரத்தில் வைத்திடுக. சிறிது காலத்திற்கு ஒருமுறை வீதம் வளர்ச்சியின் திசையினை உற்றுநோக்குக.

(இ) மேலே (அ)-இல் கூறியதுபோல் நான்கு மலர்ச் சட்டிகளில் விரைவில் வளரக்கூடிய சில விதைகளை நடுக. இளஞ் செடிகள் சுமார் 2·5 செ. மீ. உயரம் இருக்கும் வரையில் சட்டிகளை ஓர் இருட்டறையில் வைத்திடுக. ஒரு



சட்டியைச் சூரிய ஒளிபடும் சாளரத்தில் வைத்து அதன் விளைவினைக் கூர்ந்து நோக்குக. செடிகளைச் சூரிய ஒளிபடாதவாறு திருப்பி உற்றுநோக்குக. சூரிய ஒளி நேராகப் படாத இடத்தில்

சட்டியை ஒரு சில நாட்கள் விட்டுவைத்து விளைவுகளைக் கூர்ந்து கவனித்திடுக.

(ஈ) எஞ்சியுள்ள இளஞ் செடிகளைக்கொண்ட மூன்று சட்டிகள் ஒவ்வொன்றையும் வெவ்வேறு பெட்டிகளில் வைத்திடுக. ஒவ்வொரு பெட்டியிலும் ஒரு சாளரத்தை வெட்டி ஒவ்வொரு சாளரத்தையும் சிவப்பு, மஞ்சள், நீல நிறங்களுள்ள செல்லோஃபேன் தாளால் மூடுக. செடிகளைக் கொண்ட சட்டிகளையுடைய மூன்று பெட்டிகளையும் நல்ல சூரிய ஒளியில் வைத்திடுக; சாளரம் சூரிய ஒளிக்கு நேராக இருக்கட்டும். தண்டுகளின் வளர்ச்சியில் வெவ்வேறு வண்ண ஒளி ஏதாவது வேறுபாடான விளைவினை உண்டாக்கியதா என்பதை உற்று நோக்குக.

2. தண்டுகள் திரவங்களைக் கொண்டு செல்லுகின்றன :

(அ) செலேரி (celery) இன் தண்டுகளின் நுனியிலிருந்து சுமார் 2 செ. மீ. நீளமுள்ள துண்டுகளை வெட்டி அவற்றைச் சோர்வு நீக்குவதற்காகக் குளிர்ந்த நீரில் சுமார் ஒரு மணி நேரம் போட்டு வைத்திடுக. அடுத்தபடியாக அத் தண்டுகளைச் சிவப்பு மையுள்ள தட்டுக்களில் போடுக; இற்றில் அவை பலமணி நேரம் நீடித்து இருக்கட்டும். காம்புகளைக் கவனமாக உற்று நோக்குக. அவற்றைப் பல சிறிய நீளமுள்ள துண்டுகளாக வெட்டி, தண்டில் மை மேல் நோக்கி எந்த இடத்திற்கு நகர்ந்துள்ளது என்பதை உற்று நோக்குக. செலேரியின் தண்டுகளிலிருந்து சில குழல்களைத் தனியாக இழுத்து எடுக்க முயலுக.

(ஆ) வெள்ளை ரோசாக்களின் (white carnations) மலர்க் காம்புகளினின்றும் சுமார் 2 செ. மீ. விட்டு வெட்டுக. வெட்டுதல் தண்ணீரினுள் கூரிய கத்தியால் நிகழ்த்தப் பெறுதல் வேண்டும். மலர்களுடன் கூடிய தண்டுகளை உணவுக்கு நிறமூட்டும் நிறப்பொருள் அல்லது வண்ண மை இவை பல்வேறு நிறத் திண்மைகளுடன் கொண்ட கண்ணாடிப் பாத்திரங்களில் வைத்திடுக. பல மணி நேரம் கழிந்த பின்னர் அவற்றைக் கூர்ந்து நோக்குக.

(இ) வெள்ளை ரோசாவின் காம்பினை ஒரு சவர வாளினைக் (shaving blade) கொண்டு மூன்று பகுதிகளாகப் பிளந்திடுக. தண்டின் உயரத்தில் 8 அல்லது 10 செ. மீ. அளவுவரை பிளவினை நீட்டுக; மேலும் பிளவுறாதிருக்கும் பொருட்டு ஒரு நாடாவினைச் சுற்றுக. மூன்று பகுதிகளையும் வெளிப்புறமாக விரித்து ஒவ்வொன்றையும் வெவ்வேறு நிறமுள்ள மை அல்லது உணவிற்கு நிறமூட்டும் பொருளைக் கொண்ட கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் வைத்திடுக. சில மணி நேரங்கழித்து மலரினை உற்று நோக்குக.

(ஈ) பல்வேறு வகை மரங்களின் சுள்ளிகள் அல்லது தளிர்த்து வெளிப்படும் புதிய தண்டுகள் இவற்றின் வெட்டப் பெற்ற முனைகளை வண்ண மையில் வைத்திடுக; பின்னர் அவற்றைக் கூரிய கத்தியால் சிறு சிறு பகுதிகளாக வெட்டுக. தண்டுகளில் வண்ணம் எவ்வளவு தூரம் மேல்நோக்கிப் பரவியுள்ளது என்பதைக் கூர்ந்து நோக்குக.

(உ) சாதாரணமாகத் தோட்டத்தில் வளரும் செடிகளின் விதைகளை மலர்ச் சட்டிகளில் நடுக. இளஞ் செடிகள் 8 லிருந்து 10 செ. மீ. உயரம் வரையில் வேகமாக வளரும்பொழுது தண்டின் மேற் பகுதியை ஒரு கூரிய கத்தியைக் கொண்டு வெட்டுக. வெட்டிய பகுதியில் நீர்த்துளிகள் விரைவில் காணப்பெறும்.

3. பல்வேறு வகைத் தண்டுகள் :

(a) ஒரு விதையிலை யுள்ளவை: மூங்கில், கரும்பு, கூலம் (corn) போன்ற பல்வேறு வகைத் தாவரங்களின் தண்டுகளைப் பெறுக. ஒவ்வொரு தண்டினையும் ஒரு கூரிய கத்தி அல்லது சவர வாளினைக்கொண்டு வெட்டுக. வெட்டிய குறுக்கு வெட்டுப் பகுதிகளில் ஒற்றுமைகளை உற்று நோக்குக. தண்டின் உட்புறத்தில் உயிர்நிலைப் பகுதி முழுவதிலும் குழல்கள் அல்லது நார் போன்ற குழல்கற்றைகள் சிதறி யிருப்பதைச் சிறப்பாகக் கவனித்திடுக.

(b) இரு விதையிலை யுள்ளவை: தக்காளி, ஜெரேனியம், அலரி போன்ற பல தாவரங்கள் அல்லது சிறு மரங்களின் தண்டுகளைப் பெறுக. இந்தத் தண்டுகளை ஒரு கூரிய கத்தி அல்லது சவர வாளினைக் கொண்டு குறுக்கே வெட்டுக. தண்டின் வெளிப்புற அடுக்கின் சற்றுக் கீழ் ஒரு பிரகாசமுள்ள பச்சை அடுக்கு இருப்பதை உற்று நோக்குக. இது காம்பியன் அடுக்கு (cambian layer) ஆகும். மேலும், குழல்கள் அல்லது நார்க் குழல்களின் கற்றைகள் தண்டின் நடுவிடம் அல்லது மரப்பகுதியைச் சுற்றி ஒரு வளையம் போல் அமைக்கப் பெற்றிருப்பதையும் கூர்ந்து நோக்குக.

C. இலைகள்

1. இலைகளின் வகைகள் :

அல்லி, மூங்கில், கரும்பு, கூலம், அலரி போன்ற செடி (willow), ஜெரேனியம் ஆகிய தாவரங்களினின்றும் இலைகளைச் சேகரித்திடுக. ஒருவிதையிலை யுள்ளவற்றின் (அல்லி, மூங்கில், கூலம், கரும்பு) இலை நரம்பு (vein) ஒரு போகாக (parallel) ஓடுவதை உற்று நோக்குக. இரு விதையிலை யுள்ள தாவரங்களின் (அலரி போன்ற செடி, ஜெரேனியம்) இலைகள் பிரி நரம்பமைப் பினைக் கொண்டிருப்பதை உற்றுநோக்குக.

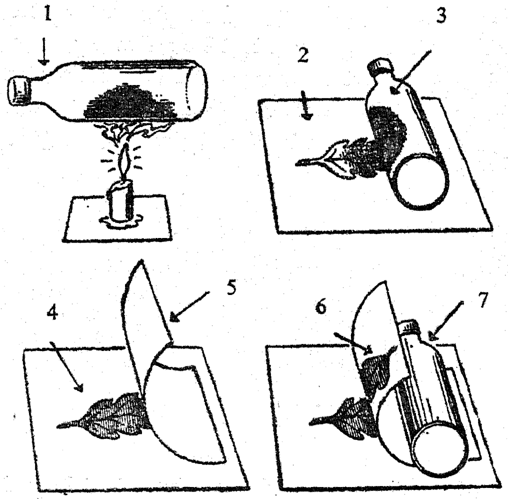
2. இலைகளைச் சேகரித்தல் :

எவ்வளவு இயலுமோ அவ்வளவு பலவகைத் தாவரங்களின் துளிர் இலைகளைச் சேகரித்திடுக. ஓர் உறுதியான மழுமழுப்பான பலகையின்மீது பல அடுக்குச் செய்தித்தாள்கள் அல்லது மை யொற்றுத் தாள்களை வைத்திடுக. அடுத்தபடி யாக, இலைகள் ஒன்றினை யொன்று தொடாத வாறு அதன்மீது அமைத்திடுக. இந்த இலை களை வேறு செய்தித்தாள் அடுக்குகள் அல்லது மையொற்றுத்தாள்களினால் மூடுக. அதன்மீது வேறு ஒரு பலகையை வைத்து அதன் பிறகு பல பளுவான கற்கள் அல்லது எடைகளை வைத்திடுக. இலைகள் முற்றிலும் உலரும் வரையிலும் அவற்றை அழுத்தக் கருவியில் இருக்குமாறு செய்திடுக. இந்த இலைகள் அழுத்தக் கருவியிலிருந்து அகற்றப்பெற்றதும், அவை நோட்டுப் புத்தகப் பக்கங்களில் ஒழுங் காக அமைக்கப்பெற்று ஸ்காட்ச் நாடாவினாலோ அல்லது கோந்துள்ள ஒட்டுச் சீட்டுக்களி னாலோ பிணைக்கப்பெறலாம். இலையின் பெயர், வேறு கவர்ச்சிகரமான செய்தி ஆகியவை நோட் டுப் புத்தகப் பக்கத்தில் பதிவு செய்யப்பெற லாம்.

3. இலைகளின் புகை அச்சுக்களை உண்டாக்குதல் :

இலைகள் புகை அச்சுக்கள் விளக்கப் படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ள நான்கு நிலைகளில் எளிதில் செய்யப் பெறலாம்.

ஒரு மழுமழுப்பான உருளை வடிவப் போத்த லின்மீது ஒரு மெல்லிய கொழுப்பு (grease) அல்லது களிம்பு நெய் (vaseline) படலத்தினால் பூசுக. போத்தலைக் குளிர்ந்த நீரினால் நிரப்பி அதனைத் தக்கையினால் இறுக மூடுக. போத்தல் புகைக் கரியால் ஒழுங்காக மூடப்பெறும்வரை யிலும் அதனை ஒரு மெழுகுவர்த்திச் சுவாலையின் மீது வைத்திடுக. ஒரு செய்தித் தாள் அடுக்கின் மீது நரம்பமைப்புள்ள பக்கம் மேலிருக்குமாறு ஓர் இலையை வைத்துப் புகைக்கரி படர்ந்த போத்தலை இலையின்மீது உருட்டுக. இலையை



1. களிம்பு நெய் பூசப்பெற்ற நீர் நிரம்பிய போத்தல்; 2. செய்தித் தாள்கள்; 3. புகை படர்ந்த போத்தல்; 4. தூய்மையான செய்தித் தாளின்மீது புகைபடர்ந்த இலை; 5. வெள்ளைக் காகிதம்; 6. புகை அச்சு; 7. தூய்மையான போத்தல்.

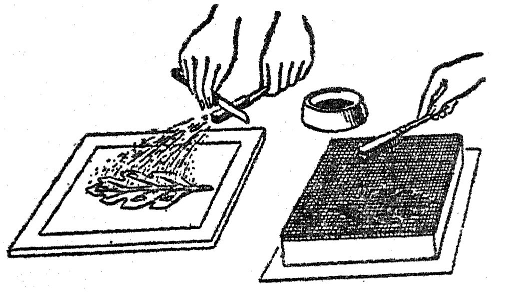
அகற்றி அதனை ஒரு தூய்மையான செய்தித் தாளின்மீது நரம்பமைப்புள்ள பக்கம் மேலிருக்கு மாறு கிடத்துக. இலையை ஒரு வெள்ளைத் தாளினால் மூடுக. அடுத்து, ஒரு தூய்மையான உருட்டுப் போத்தல் அல்லது உருளையினைக் கொண்டு வெள்ளைத் தாளின்மீதும் இலையின் மீதும் உருட்டுக.

4. இலைகளின் சிதறு அச்சுக்களை (spatter prints) உண்டாக்குதல் :

இலையை ஒரு வெள்ளைத் தாளின்மீது வைத்து அதனைக் குண்டூசிகள், சிறு ஆணிகள் அல்லது சில கூழாங்கற்கள் இவற்றைக் கொண்டு நன்றாக விரித்து வைத்திடுக. ஒரு பழைய பல் துலக்கும் தூரிகையினை (brush) ஏதாவது வண்ண மையில் அல்லது இந்தியா மையில் தோய்த்திடுக. தூரிகையைத் தாளின்மீது இருக்குமாறு பிடித்துக்கொண்டு தூரிகையி லுள்ள மை இலையைச் சுற்றிலும் ஒரே மாதிரி யாக விழுமாறு ஒரு கத்தியின் வாளினால் தூரிகை யின் முள் மயிரினைக் கவனமாக இழுத்து இழுத்து

இயக்குக. அதிகமாக வண்ணத்தினையோ அல்லது மையினையோ பயன்படுத்த வேண்டா. வண்ணம் உலர்ந்ததும், இலையினை அகற்றுக.

இலையினை அச்சிடும் சிதறுதல் பெட்டியினை மேலே காட்டியுள்ளவாறு (படத்தில் வலப்புறம் உள்ளது) அமைத்திடலாம். ஒரு சாளரத் திரையின் துண்டு ஓர் ஆழமற்ற பெட்டி அல்லது சட்டத்தின்மீது வைக்கப்பெறுகின்றது. ஒரு பல் துலக்கும் தூரிகையை வண்ணத்தில் தோய்த்து பெட்டியின் அடியில் பிணைக்கப்பெற்றுள்ள இலை, தாள் இவற்றின்மீது படுமாறு



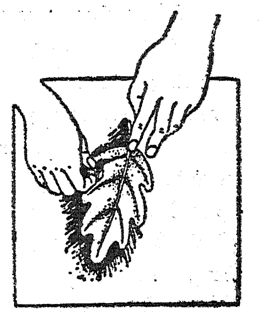
தேய்த்துச் சிதறுதல் உண்டாக்கப்பெறுகின்றது. பல்வேறு வண்ணத் தாள்களைப் பயன்படுத்தி வெள்ளை வண்ணத்தைக் கொண்டு சிதறு அச்சுக்களை எடுக்க முயலுக.

5. இலைகளின் மை அச்சுக்கள்:

ஒரு கண்ணாடித் தகடு அல்லது ஓட்டின்மீது சிறிதளவு அச்சு மையினை வைத்திடுக. ஓர் இரப்பர் உருளையினைக் கொண்டு உருட்டி அதனை ஒரு மெல்லிய ஒரே மாதிரியான படலமாக்குக. பல செய்தித் தாள்களின் அடுக்கின் மீது நரம்பமைப்பு மேலிருக்குமாறு ஓர் இலையினை வைத்து அதன்மீது மையினால் பூசப்பெற்ற இரப்பர் உருளையினை ஒருமுறை உருட்டுக. இலையினைக் கவனமாக அகற்றி மையுள்ள பக்கம் கீழிருக்குமாறு அதனை ஒரு வெள்ளைத் தாளின்மீது வைத்திடுக. இதன்மீது ஒரு செய்தித் தாளினை வைத்து மூடி ஒரு மழுமழுப்பான உருளை வடிவமான போத்தலைக்கொண்டு அதன் மீது உருட்டுக. மீண்டும் இலையைக் கவனமாக அகற்றுக; இப்பொழுது அச்சு முற்றுப்பெற்று விட்டது.

6. இலையின் நிழற் படங்கள் (Silhouettes):

ஒரு வெள்ளைத்தாளின்மீது ஓர் இலையை வைத்து அதனைப் பெருவிரல் அல்லது வேறு விரலால் இறுகப் பிடித்துக் கொள்க. ஓர் இயற்கை அல்லது செயற்கைக் கடற் பஞ்சினை ஒரு மை மெத்தையின் (ink pad) மீது அமுக்குக. இலையின் விளிம்பைச் சுற்றிலும் வெளிப்புறம் நோக்கி விளக்கப்படத்தில் கண்டவாறு உறுதியாகத் தேய்த்திடுக.



7. கரித்தாள் இலை அச்சுக்கள்:

ஓர் இலையின் நரம்பமைப்புள்ள பக்கத்தில் மிக மெல்லிய படலமாக அமையும்படி பன்றிக் கொழுப்பு (lard) அல்லது களிம்பு நெய்யினைத் தடவுக. இங்ஙனம் கொழுப்பு தடவப் பெற்ற பகுதி மேலிருக்குமாறு அதனைப் பல செய்தித் தாள்களின் அடுக்கின்மீது வைத்து அதன்மீது ஒரு கரித்தாளினால் மூடுக. இந்தக் கரித்தாளினை வேறொரு தாளால் மூடி அதன் குறுக்கே ஒரு மழுமழுப்பான பென்சிலின் பக்கத்தினால் பல தடவைகள் தேய்த்திடுக; இதனால் கரித்தாளிலுள்ள பொருள் இலையின்மீது நன்கு படியும். இறுதியான அச்சு உண்டாக்குவதற்காக இந்த இலையினை இரண்டு வெள்ளைத் தாள்களிடையே வைத்து மீண்டும் பென்சிலால் தேய்த்திடுக.

8. இலை அமைப்புக்களை ஆராய்தல்:

எவ்வளவு முடியுமோ அவ்வளவு எண்ணிக்கையில், வளரும் தாவரங்களை மேலிருந்து உற்று நோக்குக. இலையமைப்பின் பல்வேறு கோலங்களைப்பற்றிய மாதிரி ஓவியங்களை (sketches) வரைக.

9. வகுப்பில் இலைகளை வளர்த்தல்:

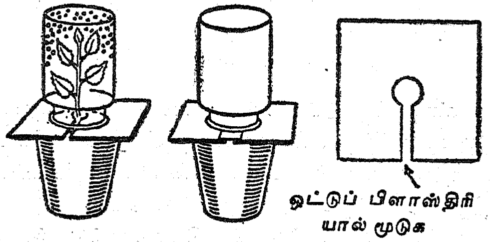
ஒரு சருக்கரைவள்ளிக் கிழங்கு வகுப்பிலுள்ள நீரினுள் வைக்கப்பெற்றால் அஃது அடர்த்தியான இலைத் தொகுதியை உண்டாக்கும். வேரின் பகுதி கீழிருக்குமாறு கிழங்கினை ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரம் அல்லது சாடியில் அக்கிழங்கின் மூன்றிலொரு கீழ்ப் பகுதி தண்ணீரால் மூடியிருக்குமாறு அமைத்திடுக. கிழங்கின் பக்கங்களில் மூன்று பல்குத்திகள் (toothpicks) அல்லது நெருப்புக் குச்சிகளை அமுக்கி அவை சாடியின் விளிம்பில் தாங்குமாறு அமைத்து அக்கிழங்கு சரியான நிலையிலிருக்குமாறு செய்திடலாம்.

காரட் கிழங்கு, அக்காரக் கிழங்கு, டர்னிப் (turnip) கிழங்கு இவற்றில் அதிகமான சேமிக்கப்பெற்ற உணவு இருக்கும். நீரில் வளர்க்கப் பெற்றால், அவை இலைத் தொகுதியினை உண்டாக்கும்; ஆனால் அவை புதிய தாவரங்களாக வளரா. உச்சியினின்றும் பழைய இலைகளை அகற்றி, 5 செ. மீ. லிருந்து 8 செ. மீ. வரை விட்டு எல்லா வேர்களையும் வெட்டி நீக்குக. இப் பகுதியை ஆழமில்லாத தட்டிலுள்ள நீரில் வைத்திடுக. தட்டில் போடப்பெறும் ஒரு சில கூழாங் கற்கள் இக் கிழங்கினைச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு பிடித்துக் கொள்ளும்.

இலைகளின் அடிமட்டத்தில் 3 செ. மீ. லிருந்து 5 செ. மீ. வரை விட்டு ஓர் அன்னாசிப் பழத்தினை வெட்டுக. இப் பகுதியினை ஓர் ஆழங் குறைந்த தட்டிலுள்ள நீரில் வைத்திடுக. பல வாரங்கள் இலைகள் தொடர்ந்து வளரும்.

10. இலைகள் நீராவியை வெளிவிடுகின்றன :

ஒன்றில் ஒரு சிறு செடியுள்ளதும் மற்றொன்றில் செடியில்லாததுமான மண்ணைக்கொண்ட ஒரே மாதிரியான இரண்டு சட்டிகளைப் பயன்படுத்துக. இரண்டிலும் நீர் விட்டபிறகு விளக்

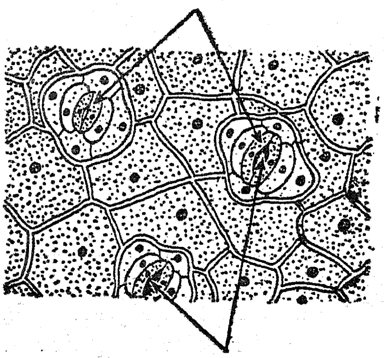


கப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒவ்வொரு சட்டியையும் காகித அட்டையைக் கொண்டு மூடுக. படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒவ்வொரு சட்டியின்மீதும் கண்ணாடிச் சாடிகளைக் கவிழ்த்திடுக. இரண்டு சட்டிகளையும் ஒன்றன் பக்கத்திலொன்றாக சூரிய வொளியில் வைத்துச் சிறிது நேரத்திற்கு ஒரு தடவை வீதம் பகல் நேரத்தில் சோதித்திடுக.

11. இலைகளின் அமைப்பு :

வேறொரு பள்ளி, ஒரு மருத்துவர் அல்லது மருத்துவமனை இவற்றிலொன்றினின்றும் ஒரு நுண் பெருக்கியினை இரவலாகப் பெறுக. இலைகளின் அடிப்புறத்தைச் சோதித்து ஒவ்வொரு புறத்திலும் இரண்டு சிறிய காப்பு உயிரணுக்களைக்கொண்டு சுவாசிக்கும் இலைத்துளைகளைக் (stomata) கண்டறிக.

ஒரு சவர வாளினைக் கொண்டு இலையின் ஒரு மிக மெல்லிய குறுக்கு வெட்டுப் பகுதியை வெட்டுக; வெட்டிய ஓரத்தை நுண் பெருக்கியின் மூலம் நோக்குக. வேலிக்கால் அணுவின் அடுக்கு (palisade layer), புறத்தோல், கடற்பஞ்சு போன்ற சோற்றணு அடுக்கு இவற்றைக்



இலைத் துளைகள்

கண்டறிக. ஒரு நரம்பும் ஓர் இலைத்துளையும் கடற்பஞ்சு அடுக்காகத் திறப்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள்.

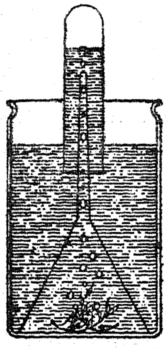
12. பச்சை இலைகள் தாவரத்தின் உணவினை ஆக்குகின்றன :

சிறிதளவு சாராயத்தைக் (alcohol) கொதி நீரில் வைத்து அது கொதிக்கும் வரை சூடாக்குக. பல மணிநேரம் சூரிய வொளி பட்ட பல பச்சை இலைகளை ஜெரேனியம் அல்லது வேறு தாவரத்தினின்றும் வெட்டியெடுத்து அவற்றைக் கொதிக்கும் சாராயத்தில் போடுக; பச்சையம் (chlorophyll) நீக்கப்படும் வரையிலும் இலைகள் சாராயத்தில் இருத்தல் வேண்டும். சாராயத்தினின்றும் விரைவாக இலைகளை நீக்கி அவற்றை ஒரு தட்டிலுள்ள வெந்நீரில் போடுக. நீரினின்றும் ஓர் இலையை அகற்றி அதனை ஒரு கண்ணாடி

அல்லது ஓட்டின்மீது விரித்து வைத்திடுக. இந்த இலையை அயோடின் டிங்க்சரால் மூடி அதனைப் பல நிமிடநேரம் அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. இருண்ட நீல நிறந்தான் மாப் பொருளுக்குரிய சோதனையாகும்; இந்த மாப் பொருள் சூரிய வொளியில் இலையினால் ஆக்கப் பெற்றதாகும்.

13. பச்சை இலைகள் சூரிய வொளியில் ஆக்ஸி ஜெனை வெளிவிடுகின்றன :

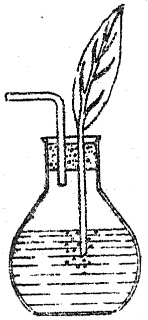
நீருள்ள முகவை (beaker) யொன்றில் சிறிது நீர்க் களையினை (water weed) ஒரு புனலடியில் வைத்திடுக. நீரால் நிரப்பப்பெற்ற சோதனைக் குழலொன்றினைப் புனலின் குழலின்மீது கவிழ்த் திடுக.



இந்தத் துணைக் கருவி அமைப்பினை நல்ல சூரிய ஒளியில் அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. களையினின்றும் வாயுக் குமிழிகள் விடுவிக்கப் பெற்று அவை சோதனைக் குழலின் உச்சிக்கு ஏறிச் செல்லும். சிறிது நேரத்தில் அந்தக் குழல் அகற்றப்பெற்று அதிலுள்ள வாயு ஒளிரும் குச்சியினால் சோதிக்கப் பெறுகின்றது.

14. இலையின் வழியாகக் காற்று ஒரு தாவரத் தில் நுழைய முடியும் :

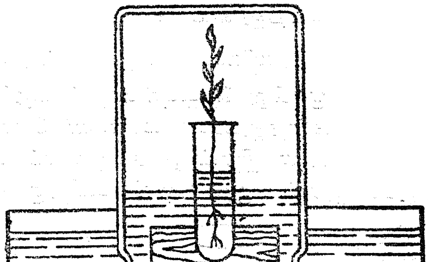
ஒரு நீண்ட காம்புடன் கூடிய இலையொன் றினை எடுத்து அதனை ஒரு தக்கையிலுள்ள துளையின் வழியாகச் செலுத்தி நன்றாக அடைத்துவிடுக. இத் தக்கையில் பக்கக் குழல் ஒன்றினைச் செருகித் தக்கையினை நீரினைக் கொண்டு ஒரு குடுவையினுள் (flask) பொருத் துக. தக்கையின் பக்கங்களின் வழியாகவோ அதிலுள்ள இரு துளைகளின் வழியாகவோ குடுவையினுள் காற்று புகாதவாறு நன்கு அடைத்து விடுக. பக்கக் குழலின்மூலம் காற்



றினை உறிஞ்சுக. காம்பின் முனையினின்றும் காற்றுக் குமிழிகள் வெளி வருவதைக் காண லாம்.

15. தாவரம் சுவாசித்தலைக் காட்டுவது :

ஒரு பளுவான மரத் துண்டில் வைக்கப்பெற் றுள்ள சோதனைக் குழலொன்றில் தாவரத்தினை வைத்திடுக. இதனைச் சுண்ணும்பு நீரினைக் கொண்ட ஒரு கிண்ணத்தில் வைத்துத் தாவரத் தினை ஒரு சாடியால் மூடுக. இத் தாவரத்தைப் பல மணி நேரம் ஓர் இருட்டான இடத்தில் வைத்திடுக; அடுத்த நாள் அதனைச் சோதித் திடுக.



சுண்ணும்பு நீர் பால் போல் வெண்ணிறமாக இருக்கும்; இது கரியமிலவாயு (CO_2) வெளிவிடப் பெற்றிருப்பதைக் காட்டுகின்றது; நீர்மட்டம் சற்று ஏறியிருப்பது ஒரு கணிசமான அளவு ஆக்ஸிஜென் எடுத்துக் கொள்ளப்பெற்றிருப் பதைக் காட்டுகின்றது.

D. மலர்கள்

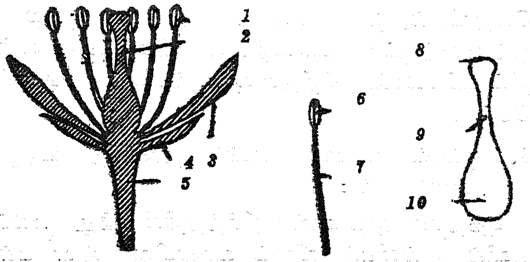
1. மலர்களைத் திரட்டிப் பாதுகாத்தல் :

இலைகளைப்பற்றிக் கூறும்பொழுது இலைகளைச் சேகரிப்பதற்கு மேற்கொண்ட முறையினையே இவற்றிற்கும் மேற்கொள்க.

2. ஒரு பூவின் முக்கிய பகுதிகளை ஆராய்தல் :

அல்லி மலர்கள், மணி உருவப் பூவகைகள் போன்ற பெரிய எளிய பூவகைகளைச் சோதித்துப் பார்க்க. மகரந்தக் கேசரங்களைக் (stamens) கணக்கிட்டு அவை எவ்வாறு நடுவிலுள்ள சூலகத்துடன் அமைக்கப்பெற்றுள்ளன என்பதை உற்று நோக்குக. இன்றியமையாத உறுப்புக்களைப்பற்றிய பெரிய விளக்கப் படங்களை வரைந்திடுக. சூலகத்தின் பகுதிகளின்மீது (சூல் முடி, சூல் தண்டு, சூற்பை) பெயர் குறிப்புச் சீட்டுக்களை அமைத்திடுக. கேசரத்தின் பகுதிகளின்மீதும் (தாள், மகரந்தப் பை) பெயர்க் குறிப்புச் சீட்டுக்களை அமைத்திடுக.

பூ வளரும் காம்பின் நுனி ஆதானம் (receptacle) எனப்படும். ஆதானத்தின் அடிப்புறத்தில் சாதரணமாக முட்டையினை மூடும் இலை போன்ற அமைப்புக்கள் உள்ளன. இவை புல்லிகள் (sepals) என வழங்கப்பெறுகின்றன.



1. மகரந்தக் கேசரங்கள்; 2. சூலகம்; 3. அல்லிகள்; 4. புல்லிகள்; 5. ஆதானம்; 6. மகரந்தப் பை; 7. இழைக்கம்பி; 8. சூல்முடி; 9. சூல் தண்டு; 10. சூற்பை.

புல்லிகளுக்கு மேல் சாதாரணமாகப் பிரகாசமான வண்ணத்துடனுள்ள அல்லிகளின் (petals) வளையம் உள்ளது; இஃது அல்லி வட்டம் (corolla) என வழங்கப்பெறும்.

3. எளிய மலர்களைப் பிளந்து ஆய்தல் :

ஐந்து அட்டைகள் அல்லது துண்டுத் தாள்கள் ஒவ்வொன்றின்மீதும் அடியிற் கண்ட சொற்களை எழுதுக: மகரந்தக் கேசரங்கள், சூலகம், அல்லிகள், புல்லிகள், ஆதானம். ஒரு மலரை மிகக் கவனமாகப் பிளந்து அதன் பகுதிகளைப் பொருத்தமான அட்டைகளின்மீது ஒழுங்காக வைத்திடுக.

சில மலர்கள் மிக எளிதாகப் பிரித்தெடுக்கப் பெறலாம்; ஆனால், வேறு மலர்கட்குக் கத்தி அல்லது கத்திரிக்கோல் தேவைப்படலாம். தேவையான எண்ணிக்கையுள்ள பூக்கள் கிடைக்குமாயின், இப்பயிற்சி மிகவும் பயனுள்ள மாணாக்கரின் தனிப்பட்ட செயலாக அமையும். ஒற்றை வரிசையுடன் அமைந்துள்ள அல்லிகளைக் கொண்ட எளிய மலர்கள் தேர்ந்தெடுக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

மகரந்தக் கேசரங்களில் ஒன்றினை எடுத்து மகரந்தப் பையினை மெதுவாக ஒரு கறுப்புத் தாளின்மீது தேய்த்திடுக. தாளின்மீது மகரந்தத்தின் அறிகுறிகளைக் (சிறிய அளவு) காணலாம்.

ஒரு கூரிய கத்தியினைக் கொண்டு சூற்பையினைக் குறுக்கே வெட்டுக; அதிலுள்ள (தாவர) சூல்கள் (ovules) அல்லது 'விதைப் பைகளை'க் கணக்கிடுக. சூல்களில் விதைகளின் அடையாளங்களைக் காண்க.

4. வெவ்வேறு மலர்களின் மகரந்தத் துணுக்குகளை உற்றுநோக்குதல் :

மகரந்தக் கேசரங்களில் மகரந்தம் உண்டான பல்வேறு மலர்களைக் கைவசப்படுத்துக. ஒவ்வொரு மலரினின்றும் பல்வேறு கறுப்பு அல்லது இருண்ட காகிதத் துண்டுகளில் மகரந்தத்தைக் குலுக்குக. ஒரு பெருக்காடியைக் கொண்டு ஒவ்வொரு வகை மகரந்தத்தையும் உற்று நோக்கி வேறுபாடுகளிருப்பின் குறித்துக் கொள்க.

5. முளை விடும் மகரந்தத் துணுக்குகள் :

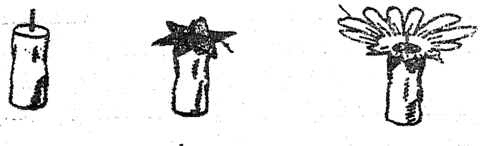
ஒரு தீவிரமான சருக்கரைக் கரைசலைத் தயாரித்து அதனைச் சாறுணும் தட்டுபோன்ற ஓர் ஆழங்குறைந்த தட்டில் வைத்திடுக. பல்வேறு வகைப் பூக்களினின்றும் சருக்கரைக் கரைசலின்மீது மகரந்தம் விழுமாறு குலுக்குக. தட்டினை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டினால் மூடுக; அது வெதுவெதுப்பான இடத்தில் பல மணி நேரம் அப்படியே இருக்கட்டும். சோதனை வெற்றி யடைந்தால், மகரந்தத் துணுக்குகளினின்றும் சிறு குழல்கள் வளர்ந்து கொண்டிருப்பதைக் காண்பீர்கள். ஒரு கைக் கண்ணாடியிலை யைப் பயன்படுத்துக.

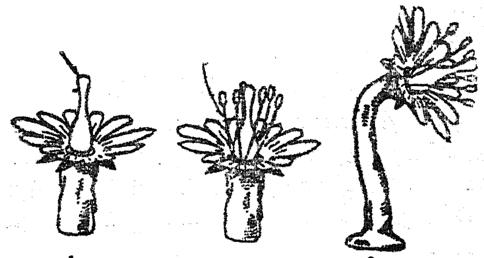
6. ஓர் எளிய மலரின் மாதிரி உருவம் அமைத்தல் :

களிமண், வண்ணத்தாள், பற்குத்திகள் இவற்றைக் கொண்டு மூவளவு - மாதிரி உருவங்களை (three-dimensional models) அமைத்து ஒரு பூவின் பகுதிகளைக் குறிக்குமாறு செய்யலாம். இது தனிப்பட்ட மாணுக்கனின் மிகப் பயனுள்ள செயலாக அமையும்; இது பூவின் பகுதிகள் மனத்தில் ஆழப் பதியத் துணைசெய்யும்.

ஒரு பூக் காம்பினைச் செய்ய வேண்டுமாயின், சிறிதளவு களிமண்ணை எடுத்து 2 செ. மீ. குறுக்களவும் 5 செ. மீ. நீளமுமுள்ள ஓர் உருளையாக உருட்டுக. இதன் ஒரு முனையை ஒரு மேசை அல்லது சாய்வு மேசையின்மீது உறுதியாக அமுக்குக; அதன் மறு கோடியில் விளக்கப் படத்தில் (a) காட்டியுள்ளவாறு நடுவில் ஒரு பல் குத்தியைப் (toothpick) பாதியளவு உள் போகுமாறு செருகுக.

புல்லிகளைச் செய்ய வேண்டுமாயின், ஒரு பச்சை வண்ணத் தாளினின்றும் ஆறு - கூருள்ள விண்மீனைப் போன்ற உருவத்தை வெட்டி எடுத்திடுக. குறைந்தது 1 செ. மீ. குறுக்களவுள்ள ஒரு துளையினை நடுவில் வெட்டுக. விளக்கப் படத்தில் (b) காட்டியுள்ளவாறு இப்புல்லிகளைக் காம்பின்மீது சரியான நிலையில் அமைத்திடுக.





பிரகாசமுள்ள வண்ணத் தாளினின்றும் அல்லிகளைக் கொண்ட ஓர் அல்லி வட்டத்தை வெட்டி எடுத்திடுக. நடுவில் ஒரு துளையினை வெட்டி விளக்கப்படத்தில் (c) காட்டியுள்ளவாறு அல்லி வட்டத்தை நேராகப் புல்லிகளின்மீது அமைத்திடுக.

களி மண்ணிலிருந்து ஒரு சிறு புதைகல (urn) வடிவில் ஒரு சூலகத்தை அமைத்திடுக. விளக்கப்படத்தில் (d) காட்டியுள்ளவாறு இதனை நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் பல் குத்தியில் அமுக்கிச் சரியான நிலையில் அமைத்திடுக.

அடுத்து, பல் குத்திகளின் முனைகளில் சிறு அளவுகள் களிமண்ணினைப் பொருத்தமாக அமைத்து மகரந்தக் கேசரங்களைச் செய்திடுக. விளக்கப் படத்தில் (e) காட்டியுள்ளவாறு வெளியே தெரியும் களிமண் வட்டத்தில் பொருத்தமாகப் பல் குத்திகளைச் செருகுக.

பூவின் மாதிரி உருவம் முற்றுப்பெற்றதும், விரல்களைக்கொண்டு காம்பினை நீட்டியும் பூத் தலையைச் சிறிது வளைத்தும் (f) அதனை மிகவும் உயிருள்ள பூப்போலத் தோன்றுமாறு செய்யலாம்.

7. பூக்களைக் கூர்ந்து நோக்க ஒரு சிறு தொலைப் பயணம் :

மலர்கள் புது மலர்ச்சி உறுங் காலத்தில் அவற்றை உற்றுநோக்குவதற்காக ஒரு சிறு தொலைப் பயணத்தைத் திட்டமிடுக. பள்ளியருகில் கவர்ச்சிகரமான காட்டுப் பூக்கள் காணப் பெருவிடில், ஒரு தனியார் தோட்டம் அல்லது பூங்காவிற்குப் பயணத்தை மேற்கொள்ளத் திட்டமிடலாம். சிறிதளவு பூக்களைச் சேகரம் செய்க.

8. பூக்கள் பழமாக வளர்ச்சியுறுவதை உற்று நோக்குதல் :

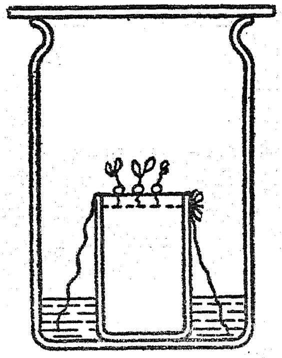
புதிதாக முகைகள் விரிந்ததிலிருந்து மலர்களில் அல்லிகள் விழும் வரையிலுமுள்ள பல்வேறு முதிர்ச்சி நிலைகளில் மலர்களைச் சேகரம் செய்க. ஒவ்வொரு சூற்பையையும் வெட்டித் திறந்து விதையின் வளர்ச்சியில் ஏற்படும் மாற்றங்களைக் கவனித்திடுக.

புதிதாகப் பொருக்கி எடுத்த பட்டாணிகள் அல்லது மொச்சைகளில் ஒரு 'குவார்ட்' அளவினைக் கவனித்து முற்றிலும் நிரம்பாத விதைப் பைகளைப் பொருக்கி எடுத்திடுக. இவற்றைத் திறந்து முற்றிலும் நிரம்பிய பைகளுடன் ஒப்பிடுக. பயனற்ற விதைகள் மகரந்தத்தால் கருவுறச் செய்யப்பெருத (தாவர) சூல்களின் மீதமாகும்.

E. விதைகள்

1. விதைகளை வளர்ப்பதில் ஒரு பயனுள்ள வழி :

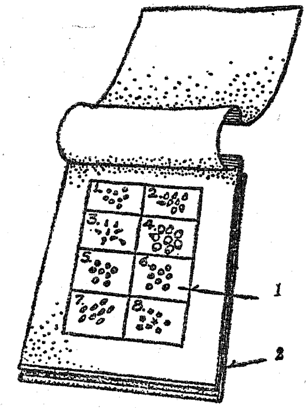
ஒரு பழைய இறைச்சி சாடியின் வாயின்மீது ஒரு துண்டுத் துணியைக் கட்டுக. சாடியின் பக்கங்களில் அதிகப்படியான துணியினைத் தொங்கவிட்டு அதனை ஒரு இன்பழஊறல் (jam) சாடியிலுள்ள 2 செ. மீ. ஆழமுள்ள நீரில் அமுக்குக. சாடியின்மீது வைக்கப்பெற்றுள்ள



ஒரு கண்ணாடித் தகடு காற்றினை ஈரமாக வைத்திருக்கும்.

2. ஒரு 'கந்தை பொம்மை' விதை சோதிக்கும் கருவி :

ஒரு சதுர மீட்டர் வெண் துகிலை (muslin) ஒரே திசையில் இரண்டு முறை மடித்திடுக. ஒரு முனையருகில் 5 செ. மீ. × 5 செ. மீ. அளவுள்ள

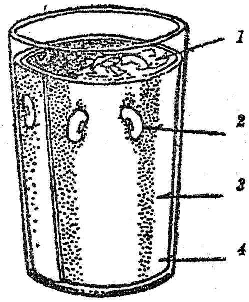


1. 5 செ. மீ. சதுரங்களில் விதைகள் ; 2. மடித்த வெண் துகில்.

எட்டு அல்லது பத்து சதுரங்களை ஒரு பென்சிலால் அடையாள மிடுக. சதுரங்களின்மீது எண்களைக் குறித்து ஒவ்வொரு சதுரத்திலுமுள்ள பைகளில் பத்து விதைகளைப் போடுக. வெண்துகிலின் எதிர்ப்பக்க முனையை விதைகளின்மீது மடித்திடுக. சோதிக்கும் கருவியைச் சுருட்டி அதனை ஒரு கயிற்றினால் தளர்ச்சியாகக் கட்டுக. நீரினால் சோதனைக் கருவியை அது நீர் ஏற்கக் கூடிய அளவு நனைத்திடுக. அதனை ஈரமாகவே ஒரு வெது வெதுப்பான இடத்தில் பல நாட்கள் வரை வைத்திடுக. அதன் பிறகு அதனை விரித்து ஒவ்வொரு வகை விதையிலும் எத்தனை விதைகள் முளைத்துள்ளன என்பதைப் பார்க்க.

3. ஒரு டம்ப்ளர் தோட்டம் :

பல்வேறு வகை விதைகளை 'டம்ப்ளர் தோட்டங்களில்' வளர்த்திடுக. ஒவ்வொரு மாணாக்கனும் தன்னுடையது என ஒரு டம்ப்ளர் தோட்டத்தை வளர்த்து இளஞ்செடிகளின் வளர்ச்சியினைக் குறித்து நாடோறும் ஒரு படப் பதிவேட்டினை வைத்துக் கொள்ளலாம்.

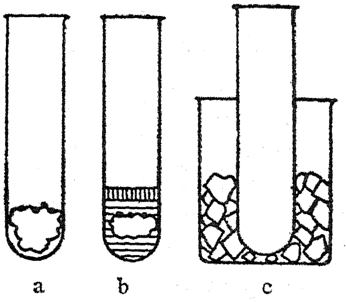


1. முற்று நிலக்கரிப் பாசி அல்லது பஞ்சு ; 2. விதைகள் ; 3. மையொற்றுத் தாள் ; 4. நீர்.

ஒரு டம்ப்ளர் தோட்டம் அமைக்க வேண்டுமாயின், ஒரு செவ்வக வடிவுள்ள மையொற்றுத் தாளினை வெட்டி அதனை நீர்பருகும் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தினுள் சறுக்கி விழுமாறு செய்திடுக. கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் நடுப்பகுதியை முற்று நிலக்கரிப் பாசி, பருத்தி, எக்செல்சியர் (excelsior) இரம்பத்தூள் அல்லது அதுபோன்ற பொருள் இவற்றைக் கொண்டு நிரப்புக. மையொற்றுத் தாளுக்கும் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் உட்புறத்திற்கும் இடையில் ஒரு சில விதைகளை அமுக்குக. கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் அடியில் சிறிதளவு நீர் இருக்குமாறு செய்க.

4. விதைகள் முளைக்க இன்றியமையாத நிலைமைகளை ஆராய்தல் :

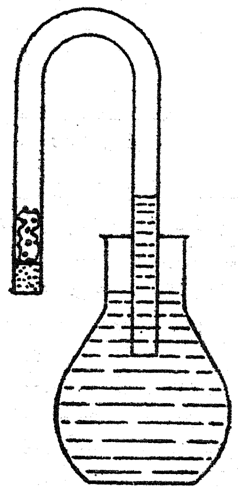
கீழேயுள்ள விளக்கப் படத்தில் a-யில் காற்றுடன் கூடிய பஞ்சும் வெதுவெதுப்பும் உள்ளன ; ஆனால் அதில் நீர் இல்லை ; b-யில்



நீரும், வெதுவெதுப்பும் உள்ளன ; ஆனால் அங்குக் காற்று இல்லை ; ஏனெனில், கொதிக்க வைக்கப்பெற்ற எண்ணெய், நீரின்மீது ஊற்றப் பெற்றுள்ளது ; c-யில் ஈரமாக்கப் பெற்ற பஞ்சும் காற்றும் உள்ளன ; ஆனால் சோதனைக் குழல் உறைக் கலவையில் அமிழ்த்தப்பெற்றுக் குளிர்ச்சியாக இருக்குமாறு செய்யப்பெற்றுள்ளது.

5. வளரும் விதைகள் ஆக்ஸிஜெனை எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன என்பதைக் காட்டுதல் :

ஒரு குழலின் ஒரு கோடியில் முதலில் சிறிதளவு ஈரமான பஞ்சினையும் சிறிதளவு கடுகு விதைகளையும் வைத்துத் தக்கையினால் மூடுக.



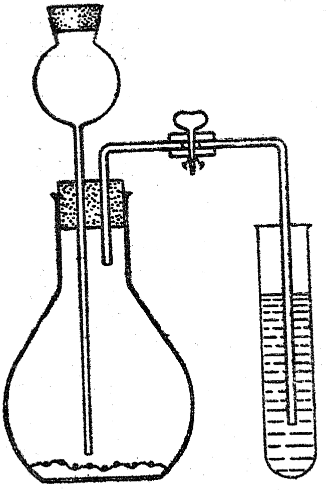
குழலின் திறந்த கோடியை நீர்த்த எரிசோடாக் கரைசலில் அமிழ்த்தி அதை அப்படியே சில நாட்கள் விட்டு வைத்திடுக. கரைசல் குழலினுள் ஏறும். தக்கையினை அகற்றி, ஒளிவிடும் குச்சியினால் சோதித்தால் குழலினுள் சிறிதளவு கூட ஆக்ஸிஜென் இல்லாமை தெரியவரும்.

6. ஒரு விதையின் அமைப்பினை ஆராய்தல் :

மொச்சை, பட்டாணி, பூசணி, சூரியகாந்தி, தானியம், வேறு பெரிய வடிவங்களிலுள்ளவை ஆகிய விதைகளை ஊற வைத்திடுக. விதையுறைகளை அகற்றி, கவனமாக விதைகள் திறக்குமாறு அவற்றைப் பிளந்திடுக. விதையாக ஆகின்ற பகுதிகளைக் கண்டறிக. மாணாக்கர்கள் தாவர இயல்பற்றிய இவற்றின் பெயர்களைக் கற்றுக் கொள்வதில் களிப்படைந்தாலும், அவற்றை அவர்கட்குக் கற்பிப்பதில் பொருளே இல்லை ; நோக்கமும் இல்லை. ஒரு விதையின் பகுதியையும் குழந்தைச் செடியான பகுதியையும் சேகரஞ் செய்யப் பெற்ற உணவுப் பகுதியையும் அடையாளங் கண்டறிவதுந்தான் மிகவும் முக்கியமானது.

7. விதைகள் முளைக்கும்பொழுது வெளிவிடப் பெறும் வாயுவினைச் சோதித்தல் :

விளக்கப்படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அமைக்கப்பெற்றுள்ள துணைக் கருவியில் ஈரமான பஞ்சுடன் சிறிதளவு கடுகு விதைகளை ஒரு குடுவையினுள் (flask) வைத்திடுக ; அவை

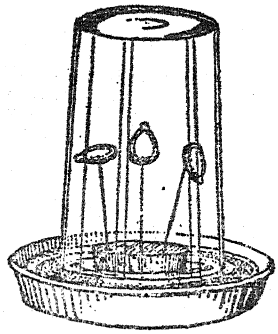


முளைக்குமாறு சில நாட்கள் அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. தக்கையைக் கவனமாக அகற்றிக் காப்புப் புனல் வழியாக நீரினை ஊற்றுக. கவ்வியைத் (clip) திறந்து பெயர்ச்சியடையும் வாயுவைச் சுண்ணாம்பு நீர் வழியாகக் குமிழிடும்

படிச் செய்க. இந்நீர் புகைப்படலம்போல் மாறுகின்றது; இது கரியமிலவாயுவின் இருப்பினைக் காட்டுகின்றது.

8. விதைகளில் முளை வளர்ச்சியின் திசையினைக் காட்டுவது :

பூசணி அல்லது வேறு பெரிய விதைகளை ஓரிரவு நீரில் ஊறவைத்திடுக; விளக்கப்படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு அவற்றை ஊசிகளின் மீது இணைத்திடுக. ஒன்றின் முனை மேல்நோக்கியிருக்குமாறும், மற்றொன்றின் முனை பக்கவாட்டில் இருக்குமாறும், பிறிதொன்றின் முனை கீழ்நோக்கியிருக்குமாறும் இணைத்திடுக. அவற்றை ஈரமான காற்றிலிருக்குமாறு வைத்து முளைகள்

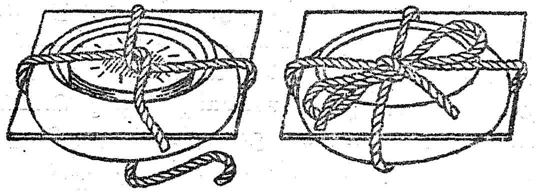


வளரும் திசைகளைக் குறித்துக் கொள்க.

F. பாக்டீரியா (நுண்கிருமி)

1. பாக்டீரியா வளர்ப்பதற்குத் தயாராதல் :

இரண்டு அல்லது மூன்று டஜன் ஆழமில்லாத கண்ணாடித் தட்டுக்களைக் கைவசப்படுத்துக. தரை பாழாகாதவண்ணம் படுக்கையமைப்பில் பயன்படும் கண்ணாடித் தட்டுக்கள் இதற்குப் போதுமானவை. சாளரக் கண்ணாடியிலிருந்து 5 செ. மீ. சதுரங்களை வெட்டி எடுத்து படுக்கையமைப்பின் தட்டுக்களுக்கு மூடிகளைத் தயாரித்திடுக. இவை பாக்டீரியாத் தோட்டங்களுக்குப் பெரிதும் பயன்படும். தொடக்கச் சோதனைகளில் உருளைக் கிழங்கு, காரட் கிழங்கு அல்லது சருக்கரைவள்ளிக் கிழங்கு இவற்றின் துண்டுகளின்மீது பாக்டீரியாவை வளர்ப்பதற்கு அவை நிலமாகப் பயன்படும். இந்த உணவுப் பொருள்களின் 6 அல்லது 8 மி. மீ. கனமுள்ள துண்டுகளைத் தட்டில் பொருந்தும் அளவிற்குப் பெரிதாக இருக்குமாறு வெட்டுக.



பாக்டீரியாவுக்குரிய தோட்டத்தைத் தயாரிப்பதில் ஒவ்வொன்றும் தூய்மையாக இருப்பதில் கவனம் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். உணவுப் பொருள் துண்டுகளை நன்றாகக் கழுவுக; அங்ஙனமே தட்டுக்களையும் அவற்றின் மூடிகளையும் நன்றாகக் கழுவி உலர்த்துக. தட்டுக்களையும் அவற்றின் மூடிகளையும் தூய்மையான வெண்ணிறத் தாளின்மீது வைத்திடுக. உங்களுடைய கைகள் தூய்மையாக உள்ளனவா என்பதையும் உறுதிசெய்து கொள்வீர்களாக. எல்லாம் தயாரானதும் பல் குத்தும் குச்சிகள் அல்லது மரச் சிம்புகளைக்கொண்டு உணவுப் பொருள் துண்டுகளைத் தூக்கித் தட்டுக்களில் போடுக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு மூடிகளைக் கட்டுக. இத் தட்டுக்களை ஒரு பெரிய அகன்ற தட்டில் வைத்து அவற்றை ஓர் அடுப்பில் வைத்துச் சுமார் ஒரு மணி நேரம் கிட்டத்தட்ட 110° C. லிருந்து 120° C. வரை வறுத்துச் சூடாக்குக. இச் செயல் தோட்டத்தினுள்ளிருக்கும் பாக்டீரியாக்களைக் கொல்லவேண்டும்.

2. பாக்டீரியாத் தோட்டங்களைப் பயிராக்குதல் :

பாக்டீரியாத் தோட்டங்கள் குளிர்ந்ததும் அவற்றை வெளியே மேசையின்மீது வைத்திடுக; ஆனால் அவற்றை நடுவதற்குத் தயாராகும்வரை கண்ணாடி மூடிகளை உயர்த்தாதீர்கள். பல் குத்தும் குச்சிகள் அல்லது மரச் சிம்புகள் பாக்டீரியாத் தோட்டங்களைப் பயிரிடுவதில் நல்ல தோட்டக் கருவிகளாகப் பயன்படுகின்றன. 30 அல்லது 40 பல் குத்தும் குச்சிகளை ஒரு மூடிய தகரக் குவளையில் வைத்து அக்குவளையை ஓர் அடுப்பின்மீது வைத்து ஏறக்குறைய ஒரு மணி நேரம் வறுத்துச் சூடாக்குக. இது பெரும்பாலான பாக்டீரியாக்களைக் கொன்றுவிடும். குவளையிலிருந்து ஒரு பல் குத்தும் குச்சியை அகற்றும்பொழுது இடுக்கி அல்லது சாமணத்தைப் பயன்படுத்துக; அங்ஙனம் அகற்

றும்பொழுது ஒரே ஒரு குச்சியை மட்டிலும் தொடுக.

எவ்வளவு இயலுமோ அத்தனை மூலங்களி னின்றும் பாக்டீரியாக்களைக் கைவசப் படுத்துக. இதற்கு அடியிற்கண்டவற்றைக் குறிப்பிடலாம் : (அ) அழுகும் நிலையிலுள்ள அல்லது கெட்டுப் போன பழம்; (ஆ) அழுகிப்போன பல்; (இ) அழுக்கடைந்த பணம்; (ஈ) விரல் நகங் களின் கீழுள்ள அழுக்கு.

பல்குத்தும் குச்சியைக் கொண்டு பாக்டீரியா மூலத்தைத் தொடுக; பயனற்ற (sterile) தோட் டத்தின் மூடியை விரைவாக உயர்த்துக. பல்குத் தும் குச்சியின் முனையை உருளைக்கிழங்குத் துண்டின்மீது தேய்த்து மூடியைத் திரும்பவும் போடுக. தோட்டத்தைப் பயிரிடுங்கால் காற்றி லுள்ள பாக்டீரியாக்களும் பூஞ்சக் காளான்களும் அதில் படாதவாறிருப்பதற்காக மூடியை மிகக் குறைந்த அளவே உயர்த்தவேண்டும் என்பதை உறுதி செய்து கொள்க. மீண்டும் மூடிகளை இறுகக் கட்டி அத்தட்டுக்களை ஓர் இருட்டான வெது வெதுப்பாகவுள்ள இடத்தில் சில நாட்கள் வைத்திடுக. தட்டுக்கள் சோதிக்கப் பெறும் பொழுது உருளைக் கிழங்குத் துண்டின்மீது பாக்டீரியாக்கள் பொட்டுப் பொட்டுக்களாகக் காணப்பெறும். ஒவ்வொரு பொட்டும் ஆயிரக் கணக்கான பாக்டீரியாக்க ளடங்கிய ஒரு குடி யேற்றம் (colony) ஆகும்.

3. பாக்டீரியாத் தோட்டங்களுக்குரிய மற்றெரு வகை நிலம் :

நன்ருக வேகும்வரை சிறிதளவு அரிசி அல்லது உருளைக் கிழங்கினை ஒரு தட்டில் கொதிக்க வைத்திடுக. நீரை வடித்து அதனைப் பாதுகாப்பாக வைத்திடுக. சிறிதளவு கூழ் அல்லது அகரினைத் (agar) தயாரிப்பதற்கு இந்த நீரினைப் பயன்படுத்துக. ஒரு சிட்டிகை உப்பி னையும் ஒரு சிறு மாட்டிறைச்சியின் கூழ் அல்லது மீனின் தசைத் துண்டினையும் கூழுடன் சேர்த் திடுக. மேலே பயன்படுத்திய அதே வகைத் தட்டினையும் மூடியினையும் பயன்படுத்துக. தேவையான அளவு சூடான கூழ்க் கலவை யினை ஒவ்வொரு தட்டிலும் அதன் அடிப்பகுதி யில் 3 அல்லது 4 மி. மீ. அளவு நிரம்பும்படி ஊற்றுக. தட்டுக்களில் விரைவாக மூடிகளைப் போடுக; கூழ் கெட்டியாகும் வரையிலும் அத் தட்டுக்கள் அப்படியே இருக்கட்டும். மூடிகளைக் கட்டி அந்த அமைப்பினை ஓர் அடுப்பின்மீது வைத்து நுண்ணிய நோய்ப் புழுக்களைப் போக் குக (sterilize). அடுப்பினின்றும் தட்டுக்களை அகற்றுவதற்கு முன்னர் அவற்றைச் சூடாறச் செய்து கூழும் முன்னிருந்ததைப் போலவே திரும்பவும் கெட்டியாகுமாறு அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. இந்த பாக்டீரியாத் தோட்டங்கள் மேலே விவரித்தவற்றைப் போலவே அதே முறையில் பயிரிடப்பெற்று வளர்க்கப் பெறு கின்றன.

4. மாற்றும் ஊசியை (transfer needle) ஆக் குதல் :

ஒரு சுவாலையில் சூடுபடுத்தி நுண்ணிய நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப்படக்கூடிய ஒரு மாற் றும் ஊசி பாக்டீரியாவுடன் செயற்படுத்துவதற்கு மிகவும் பயன்படக் கூடியது. கிட்டத்தட்ட ஒரு பென்சில் அளவுக்குச் சரியாகவுள்ள ஒரு மென் மரத் துண்டினைக் கைப்பிடியாகப் பயன்படுத்து வதற்காகக் கைவசப் படுத்துக. ஊசியின் கூரிய முனையை மரத்தில் நன்ருகப் பதியுமாறு செலுத்தி ஊசியின் காது முனையைப் பாக்டீரியா வுடன் சேர்ந்து செயற்படுத்துவதற்குப் பயன் படுத்துக.

5. பாக்டீரியா வெகு நன்ருக வளர்வது ஈரமான இடத்திலா, அல்லது உலர்ந்த இடத்திலா என்பதை ஆராய்தல் :

நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப்பெற்ற (sterilized) இரண்டு தட்டுக்களைப் பயன்படுத்துக. வேறொரு தட்டில் வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் ஒரு பாக்டீரி யாக் குடியேற்றத்தை நோய்ப் புழுக்கள் போக் கப்பெற்ற ஒரு மாற்றும் ஊசியால் தொட்டு ஒவ் வொரு தட்டிலும் பாக்டீரியாக்களைப் புகுத்துக. ஒவ்வொரு தட்டிலுமுள்ள கூழின் குறுக்கே ஊசியின்மீதுள்ள பொருளைத் தடவுக. தட்டுக் களில் விரைவாக மூடிகளைப் போடுக. ஒரு தட்டின்மீது 'உலர்ந்தது' என்றும் மற்றென் றின்மீது 'ஈரமானது' என்றும் பெயர் எழுதுக. முதல் தட்டினை ஒரு பெட்டியினுல் மூடி வெப்பக் கதிர் வீசும் கருவியில் (radiator) வைத்து நன்ருக உலர்த்துக. 'ஈரமானது' என்று பெயரி டப்பெற்ற தட்டினை ஓர் இருண்ட வெது வெதுப்பாகவுள்ள இடத்தில் வைத்திடுக. ஆனுல், அஃது அங்கு உலரக்கூடாது. இரண்டு தட்டுக்களையும் பல நாட்கள் சோதித்திடுக.

6. பாக்டீரியா மிக நன்ருக வளர்வது வெது வெதுப்பான இடத்திலா அல்லது குளிர்ந்த இடத்திலா என்பதை ஆராய்தல் :

மீண்டும் நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப்பெற்ற இரண்டு தட்டுக்களில் பாக்டீரியாக்களைப் புகுத்

துக. ஒரு தட்டின்மீது 'வெது வெதுப்பானது' என்றும் மற்றொரு தட்டின்மீது 'குளிர்ந்தது' என்றும் பெயரெழுதுக. முதல் தட்டினை ஓர் இருண்ட வெது வெதுப்பான இடத்திலும் இரண்டாவதனை ஓர் இருண்ட குளிர்ந்த இடத்திலுமாக வைத்திடுக. தட்டுக்களை ஒவ்வொரு நாளும் சோதித்திடுக; இங்ஙனம் பலநாட்கள் தொடர்ந்து செய்க.

7. பாக்டீரியா மிக நன்ருக வளர்வது இருண்ட இடத்திலா அல்லது ஒளியுள்ள இடத்திலா என்பதை ஆராய்தல் :

முன்போலவே நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப் பெற்ற இரண்டு தட்டுக்களில் பாக்டீரியாக்களைப் புகுத்துக. ஒன்றின்மீது 'இருண்டது' என்றும் மற்றொன்றின்மீது 'ஒளியுள்ளது' என்றும் பெயரெழுதுக. முதல் தட்டினை ஓர் இருண்ட வெது வெதுப்பான இடத்திலும் இரண்டாவது தட்டினை ஒளிர்வுடைய ஞாயிற்றின் ஒளியிலோ அல்லது எப்பொழுதும் தட்டின்மீது பட்டுக் கொண்டுள்ள மின் விளக்கு ஒளியிலோ வைத்திடுக. பல நாட்கள் வரையில் நாடோறும் தட்டுக்களைச் சோதித்திடுக.

8. பாக்டீரியா எங்குக் காணப்பெறலாம் ?

நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப்பெற்ற பாக்டீரியாத் தட்டுக்களை எவ்வளவுக் கியலுமோ அவ்வளவுக்கு அடியிற்கண்ட நிலைமைகளில் திறந்து வைத்திடுக. தட்டுக்களில் பெயர்களை எழுதி அவற்றை ஒரு வெது வெதுப்பான இருண்ட இடத்தில் பல நாட்கள் வைத்து அதன் பின்னர் அவற்றைச் சோதிக்க வேண்டும்.

1. தூய்மையான கைகளும் அழுக்குள்ள கைகளும்.
2. ஒரு தட்டுத் துணி.
3. கழிவுப் பொருள் உள்ள தகரக் குவளை.
4. இருமல்.
5. தும்மல்.
6. உங்கள் செருப்புக்களின் அடிப்பக்கம்.
7. ஒரு தூய்மையான உண்கலம்.
8. ஈ.
9. கரப்பான் பூச்சி.
10. மென் மயிருடன் கூடிய நாய்த்தோல்.
11. பள்ளியறையின் காற்று.
12. புளிக்கும் பால்.
13. ஒரு பென்சில் முனை.
14. ஓர் அழுக்கடைந்த தெருவின் காற்று.
15. தேங்கி நிற்கும் நீர்.
16. கம்பளம் அல்லது சமுக்காளம்.

9. ஞாயிற்றின் ஒளி பாக்டீரியாக்களைக் கொல்லுகின்றதா ?

பாக்டீரியா வளர்ந்து கொண்டிருக்கும் தட்டிலிருந்து நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப் பெற்ற இரண்டு பாக்டீரியாத் தட்டுக்களுக்கு பாக்டீரியாக்களைப் புகுத்துக. ஒரு தட்டினைத் திறந்த ஞாயிற்றின் ஒளியிலும் மன்ரென்றினை வெது வெதுப்பான இருண்ட இடத்திலுமாக வைத்திடுக. ஒரு தட்டு பல மணி நேரம் ஞாயிற்றின் ஒளியில் இருந்த பிறகு அதனை மற்ற தட்டோடு வெது வெதுப்பான இருண்ட இடத்தில் வைத்திடுக. ஒவ்வொரு நாளும் தட்டுக்களைச் சோதித்திடுக; இதனைப் பல நாட்கள் தொடர்ந்து செய்க.

10. தொற்று நீக்கிகள் பாக்டீரியாக்களைக் கொல்லுகின்றனவா ?

பல்வேறு வகை வணிக, வீட்டுத் தொற்று நீக்கிகளைக் கைவசப்படுத்துக. உங்களிடம் எத்தனை வகைத் தொற்று நீக்கிகள் உள்ளனவோ அத்தனைப் பண்ணை வளர்ப்புத் தட்டுக்களிலும் கட்டுப்படுத்துவதற்காக அதிகப்படியாக ஒரு தட்டிலும் பாக்டீரியாக்களைப் புகுத்துக. பாக்டீரியாக்கள் புகுத்திய ஒவ்வொரு தட்டிலுமுள்ள நிலத்தையும் ஒவ்வொரு வகைத் தொற்று நீக்கியால் கழுவுக. அதிகப்படியாகவுள்ளவற்றைக் கொட்டிவிடுக. ஒவ்வொரு தட்டின்மீதும் பெயரெழுதுக. தட்டுக்களில் மூடிகளைத் திரும்பவும் போட்டு கட்டுப்படுத்தும் தட்டு உட்பட எல்லாத் தட்டுக்களையும் ஒரு வெது வெதுப்பான இருண்ட இடத்தில் வைத்து சின்னுட்கள் கழிந்தபின் அவற்றைச் சோதித்திடுக.

11. நில பாக்டீரியா வதியும் இடத்தை உற்று நோக்குதல் :

ஒரு மணப் புல் (clover), ஆல்ஃபால்ஃபா (alfalfa) அல்லது மொச்சை வகைச் செடியினைத் தோண்டி எடுத்திடுக. வேர்களினின்றும் எல்லா மண்ணையும் கவனமாகக் கழுவி, வேர்களின்மீது வெண்மையான சிறு முடிச்சுக்களைக் (nodules) கண்டறிய முடிகின்றதா என்பதைக் காண்க. மண் வளத்திற்குக் காரணமாகவுள்ள நைட்ரஜனை நிலைப்படுத்தும் பாக்டீரியாக்கள் இந்த இடங்களில் காணப்பெறுகின்றன.

G. பூஞ்சக் காளான்கள்

1. பல்வேறு வகை பூஞ்சக் காளான்களை அடைதல் :

(அ) தன்மீது பச்சைப் பூஞ்சக் காளானைக் கொண்ட கிச்சிலிப்பழம் ஒன்றினைக் கைவசப் படுத்தி அதனை ஓர் இருண்ட இடத்தில் ஒரு சாடியில் வைத்திடுக.

(ஆ) ஒரு சாடியில் ஈரமான ரொட்டித் துண் டினை வைத்து அதனைக் காற்று படுமாறு திறந்து வைத்திடுக. அதனை அப்படியே ஓர் இருண்ட வெதுவெதுப்பான இடத்தில் ஒரு சில நாட்கள் வைத்திடுக.

(இ) பூஞ்சக் காளான் பிடித்த ஒரு நீல நிற முள்ள அல்லது ராக்ஃபோர்ட் (Roquefort cheese) பாலடைக் கட்டியைக் கைவசப்படுத்துக. அதனை ஓர் இருண்ட வெது வெதுப்பான இடத்தில் ஒரு சாடியில் வைத்திடுக.

(ஈ) ஒரு சில இறந்த ஈக்களைத் தேங்கிக் கிடக்கும் சிறிதளவு நீரில் வைத்திடுக. ஒரு சில நாட்களில் அவை ஒருவகை வெண்ணிற வளர்ச்சியினைக் கொண்ட பூஞ்சக் காளானால் சூழப்பெற்றுவிடும்.

2. பூஞ்சக் காளான் செடியினங்களை எங்ஙனம் வளர்ப்பது ?

பாக்டீரியாக்களைப்பற்றிய சோதனைகட்குத் தயாரிக்கப்பெற்றவைபோன்ற உருளைக் கிழங் குத் துண்டுகள் அல்லது கூழினைக்கொண்ட நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப்பெற்ற தட்டுக்களைப் பயன் படுத்துக. மேற்குறிப்பிட்ட சோதனை-1 இல் உள்ள ஒவ்வொரு மூலத்தினின்றும் (source) பூஞ்சக் காளானை நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப்பெற்ற வளர்ப்புத் தட்டுக்களுக்கு மாற்றுக. ஓர் இருண்ட வெதுவெதுப்பான இடத்தின் ஒரு புறத்தில் இந்த நான்கு தட்டுக்க ளையும் வைத்திடுக. ஒரு சில நாட்களில் நீங்கள் வளர்த்திட்ட நான்கு வகைப் பூஞ்சக் காளான்கள் ஒவ்வொன்றிலும் தூய்மையான வளர்ப்புப் பண்ணைகளை அடைவீர்கள்.

3. பூஞ்சக் காளான்களின் அமைப்பு:

இந்த நான்கு தூய்மையான பண்ணைகளின் பூஞ்சக் காளான் வேகமான வளர்ச்சி நிலையை அடைந்ததும், ஒவ்வொன்றையும் ஒரு கை வில்லையைக் (hand lens) கொண்டு சோதித் திடுக. சில பூஞ்சக் காளான்களாகின்ற இழை முறுக்குகள் சிலந்திவலைத் தோற்றம்போல் காட்சி அளிக்கின்றனவா என்பதைக் காண்க. நுண்ணிய கறுப்புக் குமிழ்களைக் கொண்ட சிறிய காம்புகளைக் கண்டறிய முடிகின்றதா என்பதைக் காண்க. இவை இலைச் சிதல் (spore cases) களாகும். ஒவ்வொரு இலைச் சிதலிலும் ஆயிரக் கணக்கான இலைச் சிதல்கள் உண்டாக்கப் பெறு கின்றன ; ஒவ்வொன்றும் முதிர்ச்சியடைந்ததும் வெடிக்கின்றது. நிலைமைகள் சரியாக இருப்பின் ஒவ்வொரு இலைச் சிதலினின்றும் ஒரு புதிய பூஞ்சக் காளான் தாவரம் வளர்ச்சியடையதல் கூடும்.

4. பூஞ்சக் காளான்களின் வளர்ச்சிக்கு நீர் தேவையா ?

அரிசி அல்லது ஓட் மாவு போன்ற உலர்ந்த கூலவகைகளை நோய்ப்புழுக்கள் போக்கப்பெற்ற ஒரு பண்ணை வளர்ச்சித் தட்டில் (culture dish) வைத்திடுக. அதே அளவு அதே வகைக் கூலத் தைச் சமைத்த நிலையில் மற்றொரு பண்ணை வளர்ச்சித் தட்டில் வைத்திடுக. நோய்ப் புழுக்கள் போக்கப்பெற்ற ஒரு மாற்றும் ஊசி யினைக் கொண்டு ஒரு வளர்ச்சிப் பண்ணையினின் றும் ஒவ்வொரு வகை மாதிரிக்கும் பூஞ்சக் காளானைப் புகுத்துக. தட்டுக்களை மூடி அவற் றின்மீது பெயர்களை எழுதுக. தட்டுக்களை ஓர் இருண்ட வெதுவெதுப்பான இடத்தில் ஒரு புறமாக வைத்து ஒரு சில நாட்கள் கழிந்ததும் ஒவ்வொன்றினையும் உற்று நோக்குக.

5. பூஞ்சக் காளான்கள் மிக நன்றாக வளர்வது வெதுவெதுப்பான இடத்திலா ? அல்லது குளிர்ந்த இடத்திலா ?

4-வது சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க. இப்பொழுது ஒரு பண்ணை வளர்ச்சித் தட்டினை ஒரு வெதுவெதுப்பான இருண்ட இடத்திலும் மற்றொரு பண்ணை வளர்ச்சித் தட்டினைக் குளிர்ந்த இருட்டான இடத்திலுமாக வைத் திடுக. ஒரு சில நாட்கள் கழிந்ததும் தட்டுக்களைச் சோதித்திடுக.

6. பூஞ்சக் காளான்கள் மிக நன்றாக வளர்வது இருண்ட இடத்திலா அல்லது ஒளியுள்ள இடத்திலா ?

மேற் குறிப்பிட்ட 4-வது சோதனையைத் திரும் பவும் செய்திடுக. இப்பொழுது ஒரு பண்ணை வளர்ச்சித் தட்டினை எப்பொழுதும் ஒளியுள்ள ஒரு வெது வெதுப்பான இடத்தில் வைத்திடுக. மற்றொரு தட்டினை ஒரு வெது வெதுப்பான இருண்ட இடத்தில் வைத்திடுக. ஒரு சில நாட்கள் கழித்துத் தட்டுகளைச் சோதித்திடுக.

H. காடிச் சத்து

1. பிசைந்த மாவில் காடிச்சத்தின் விளைவுகளைக் காட்டுதல் :

சிறிதளவு சருக்கரை, நீர், மாவு இவற்றை ஒரு நல்ல ரொட்டி மாவினைச் செய்வதற்கேற்ற வீதங்களில் நன்ருகக் கலந்திடுக. பிசைந்த மாவினை இரு சம பகுதிகளாகப் பிரித்திடுக. ஒரு காடிச்சத்துப் பாளத்தின் (cake) பாதியை சிறிதளவு நீரில் போட்டு நன்ருகக் கலக்கி அக்கரைசலை ஒரு மாதிரிப் பகுதிப் பிசைந்த மாவுடன் கலந்திடுக. ஒவ்வொரு மாதிரி மாவினையும் தட்டுக்களில் வைத்து பெயர்களை எழுதி அவற்றை ஒரு வெது வெதுப்பான இடத்தில் ஒருபுறமாக வைத்திடுக. ஒருசில மணி நேரம் கழிந்ததும் அவற்றை உற்றுநோக்குக.

2. காடிச்சத்தின் செயலில் வெப்பநிலை விளைவுகளைச் சோதித்தல்:

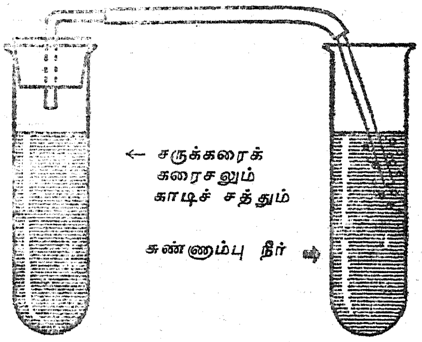
மேற்குறிப்பிட்ட 1-வது சோதனையிலுள்ளதைப்போல் பிசைந்த ரொட்டி மாவினைத் தயாரித்திடுக. ஒரு காடிச்சத்துப் பாளத்தை நீரில் போட்டுக் கலக்கிப் பிசைந்த மாவுடன் அதனை நன்ருகக் கலந்திடுக. இந்த மாவினை மூன்று சம பாகங்களாகப் பிரித்து அவற்றைத் தட்டுக்களில் அல்லது சாடிகளில் வைத்திடுக. மாதிரிகளின்மீது 1, 2, 3 என்று எண்களைக் குறித்திடுக. மாதிரி-1ஐ ஒரு கடுங்குளிர்ப் பெட்டியிலும் (refrigerator), மாதிரி-2ஐ ஒரு வெது வெதுப்பான இடத்திலும், மாதிரி - 3ஐ ஒரு சூடான இடத்திலுமாக வைத்திடுக. ஒரு சில மணி நேரங்கழித்து ஒவ்வொரு மாதிரிப் பொருளையும் சோதித்திடுக.

3. சருக்கரையின்மீது காடிச்சத்து செயற்படுகின்றது என்பதைக் காட்டுதல்:

பழுப்பு அல்லது வெள்ளைச் சருக்கரையைக் கொண்டோ, வெல்லப் பாகு அல்லது தேனைக் கொண்டோ ஒரு சாடியில் சருக்கரைக் கரைசலைத் தயாரித்திடுக. ஒரு காடிச்சத்துப் பாளத்தின் நான்கில் ஒரு பகுதியை நன்ருகச் சிறு துண்டுகளாக்கி அவற்றைச் சருக்கரைக் கரைசல் உள்ள ஒரு சோதனைக் குழலில் போடுக. அதே அளவு சாதாரணக் குழல் நீரில் வேருெரு நான்கில் ஒரு பகுதி காடிச்சத்துப் பகுதியைத் துண்டுகளாக்கிப் போடுக. இரண்டு சோதனைக் குழல்களையும் வெது வெதுப்பாக வைத்திடுக. அவ்வப்பொழுது சோதனைக் குழல்களை உற்று நோக்கி அவற்றில் ஏதாவது வேற்றுமைகள் காணப்பெற்ருல், அவற்றைக் குறித்துக் கொள்க.

4. காடிச்சத்து சருக்கரையுடன் சேர்ந்து செயற்படுங்கால் உண்டாகும் வாயுவை ஆராய்தல் :

சிறிதளவு தெளிவான சுண்ணும்பு நீரினை ஒரு சோதனைக் குழலில் ஊற்றி அதில் ஒரு சோடா பருகும் வைக்கோற்புல் குழலை வைத்து அதை ஒரு மாணுக்கனை வாயில் வைத்து ஊதச் செய்க. விரைவில் தெளிவான சுண்ணும்பு நீர் பால்போல் வெண்ணிறமாக மாறும்; இது கரியமிலவாயுவிற்குரிய சோதனையாகும். அடுத்து, சிறிதளவு காடிச்சத்தினைச் சருக்கரைக் கரைசல் உள்ள

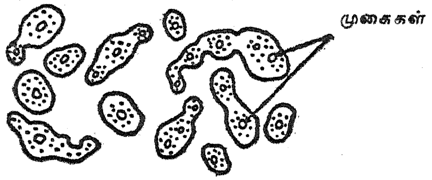


ஒரு சோதனைக் குழலில் போடுக. அக்குழலில் ஒற்றைத் துளையுள்ள அடைப்பானை அமைத்துத் துளை வழியாக ஒரு கண்ணுடிக் குழலினைச் செருகுக. அடைப்பானில் செருகியுள்ள கண்ணுடிக் குழலுடன் ஓர் இரப்பர்க் குழலையும் கிட்டத்தட்ட 15 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணுடிக் குழலையும் இணைத்திடுக. நீண்ட கண்ணுடிக் குழலினைத் தெளிவான சுண்ணும்பு நீருள்ள ஒரு சோதனைக்குழலில் வைத்திடுக. இந்தக் குழல்கள் ஒரு வெது வெதுப்பான இடத்தில் சிறிது நேரம் இருக்கட்டும். சுண்ணும்பு நீரினை உற்று நோக்குக.

5. காடிச்சத்துத் தாவரங்களை (yeast plants) உற்றுநோக்குதல் :

ஒரு கல்லூரி, ஓர் உயர்நிலைப் பள்ளி, ஒரு மருத்துவர் அல்லது மருத்துவ மனை - இங்கிருந்து நுண்பெருக்கி (microscope) யொன்

றினை இரவலாகப் பெறுக. காடிச்சத்தினைக் கொண்ட சருக்கரைக் கரைசலின் ஒரு சில



துளிகளை ஒரு கண்ணாடி நழுவத்தின் (slide) மீது வைத்து அவற்றை நுண்பெருக்கியின் வழியாக உற்று நோக்குக. நீங்கள் முட்டை-வடிவமுள்ள பல சிறிய உயிரணுக்களைக் காண்பீர்கள். இவை ஒவ்வொன்றும் காடிச்சத்துத் தாவரமாகும். ஒரு வேளை நீங்கள் ஒரு சில தாவரங்கள் தம்மிடம் முகைகளைக் (buds) கொண்டிருப்பதையும் காணுதல் கூடும். இம்முறையில் தான் காடிச் சத்துத் தாவரங்கள் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

I. நிலமின்றித் தாவரங்களை வளர்த்தல்

நிலமின்றி வீட்டுக்குள்ளேயே தாவரங்களை வளர்ப்பதில் சில சிறுவர்கள் அக்கறை காட்டடலாம். இது செய்யப்பெறுதல் கூடும்; இதற்குச் சில பிரத்தியேகமான பொருள்களும் வேதியியற் பொருள்களும் (chemicals) தேவைப்படுகின்றன. இத்தகைய சோதனைகளுக்குரிய பொருள்களடங்கிய பெட்டி (kit) தயார் செய்யப்பெற்றுள்ளது; இதனை அறிவியல் பணித்துறை, 1719 என். தெரு, என். டபிள்யூ. வாஷிங்டன் டி. சி., அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் என்ற இடத்தில் சுமார் 5 டாலருக்குப் பெறலாம்.

J. எளிய தோட்ட வேலை

பல சிறுவர்கள் வீட்டில், அல்லது பள்ளியில் தோட்டங்களை அமைப்பதில் அக்கறை கொண்டுள்ளனர். ஒவ்வொரு சிறுவனும் ஒரு சிறிய தோட்ட நிலத்தைத் தேர்ந்தெடுக்கவும் அதனைத் துப்புரவு செய்யவும் உற்சாகமூட்டப் பெறுதல் வேண்டும். தரை நன்கு மண்வெட்டியால் கொத்தப்பெற்றுத் தயாரானவுடன் அதன்மீது வரிசையான கரைகள் அமைக்கப் பெறுதல் வேண்டும். ஒன்று விட்ட கரைகளில் முட்டைகோசைப் போன்ற கீரை வகை (lettuce), முள்ளங்கி போன்ற சிறு காய்கறி வகைகள் பயிரிடப் பெறலாம். ஒவ்வொரு மாணுக்கனும் தன்னுடைய தோட்டத்தின் நிலப்படத்தை வரைந்து அதில் தான் பயிரிட்டுள்ள பல்வேறு செடியினங்களைக் குறித்தல் வேண்டும்.

பின்னல் பெயர்த்து நடக்கூடிய செடியினங்கள் வீட்டிலோ அல்லது பள்ளியிலோ தொடங்கப் பெறலாம். இதற்குச் சுமார் 10 செ.மீ. ஆழமுள்ள மரப் பெட்டிகள் தேவைப்படும். சுமார் 8 செ. மீ. ஆழத்திற்கு இப் பெட்டிகள் நல்ல மண்ணைக் கொண்டு நிரப்பப் பெறுகின்றன. தக்காளி, முட்டைகோசு, பூக்கோசு (cauliflower), இனிப்பு மிளகுகள் போன்ற விதைகள் வீட்டினுள் தொடங்கப் பெறலாம். முட்டைகோசைப் போன்ற கீரைவகையும் முள்ளங்கியும் முதிர்ச்சி யடைந்தவுடன், வீட்டினுள் வளர்க்கப்பெற்ற தாவரங்கள் வெளியிலுள்ள தோட்டத்தில் பெயர்த்து நடுவதற்குத் தயாராக இருக்கும்.

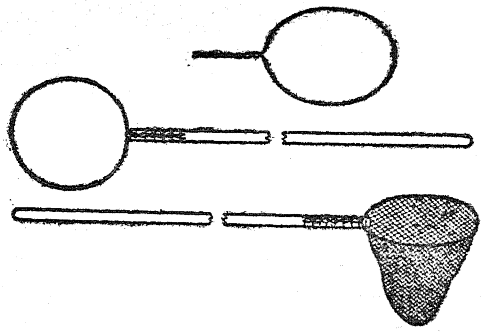
தாவரங்களின் வளர்ச்சியிலும் அவற்றைப் பாதுகாப்பதிலும் உள்ள பல பயன்படத்தக்க பாடங்களில் தோட்டவேலைச் செயல்கள் கொண்டு செலுத்தும். ஆண்டின் பிற்பகுதியில் தோட்டத்தில் வளர்த்த காய்கறிக் காட்சிப் பொருளைப் பலரறியக் காட்டுவதற்குத் திட்டமிடப்பெறலாம்.

இயல் 4

பிராணியினப் படிப்பிற்குரிய முறைகளும் பொருள்களும்

1. பூச்சிகளைச் சேகரிக்கும் வலை :

துடைப்பக் கம்பு அல்லது ஒற்றடைக் கம்பு போன்ற ஓர் உருளை வடிவமான கம்பு, சிறிதளவு கனமான கம்பி, கொசுவலை அல்லது பாலடைத் துணி இவற்றைக்கொண்டு பயன் படத்தக்க ஒரு பூச்சி வலையைச் செய்யலாம். கனமான கம்பித் துண்டொன்றினை 38 லிருந்து 45 செ. மீ. விட்டமுள்ள ஒரு வட்டவடிவமாக வளைத்திடுக. கம்பியின் இரண்டு முனைகளையும் ஒன்றாக இணைத்து முறுக்கி 15 செ. மீ. நீளமுள்ள நீண்ட பகுதியாக்குக. இதனை



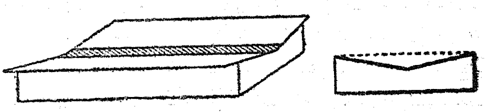
துடைப்பக் கம்பு அல்லது ஒற்றடைக் கம்புடன் இணைத்து ஒரு மெல்லிய கம்பியினால் சுற்றியோ அல்லது கம்பித் தையல் பொறியினாலோ இறுகப் பிணைத்திடுக. சுமார் 75 செ. மீ. ஆழம் உள்ள ஒருவலை அமையுமாறு ஒரு கொசுவலைத் துண்டு அல்லது பாலடைத் துணியை வெட்டுக. இதனை வட்டமான கம்பிச் சட்டத்தில் வைத்துப் பொருத்தி நன்றாகத் தைத்து இணைத்து விடுக.

2. பூச்சியைக் கொல்லும் சாடி :

உச்சியில் மரையுடன் கூடிய அல்லது மிகவும் இறுக்கமாக மூடக்கூடிய ஓர் அகண்ட வாயினையுடைய கண்ணாடிச் சாடியைக் கைவசப்படுத்துக. சாடியின் அடியில் ஒரு கற்றைப் பஞ்சினை வைத்து அதனைப் பல்வேறு துளைகளைக்கொண்ட ஒரு வட்டமான அட்டை அல்லது மையொற்றுத் தாளினால் மூடுக. சாடியைப் பயன்படுத்தும் பொழுது பஞ்சினைக் கார்பன்-டெட்ராகுளோரைடினால் அல்லது D. D. T. யைக் கொண்ட, கிடைக்கக் கூடிய ஏதாவது ஒரு பூச்சிக் கொல்லியினால் நிறைநிலை யாக்குக (saturate). பஞ்சின்மீது அட்டையை வைத்து அதன் பிறகு சாடியில் பூச்சியினை வைத்திடுக. சாடியினை இறுக மூடுக; அப்பூச்சி சாகும் வரையில் அதனை அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. அந்துப் பூச்சிகள் அல்லது வண்ணத்துப் பூச்சிகள் தயாரிக்கப் பெறும்பொழுது அவற்றின் சிறகுகள் அறுபடாதிருக்கும் பொருட்டுச் சாடியின் வாய் அகலமானதாக இருக்குமாறு கவனித்துக் கொள்க.

3. பூச்சிகளுக்கான தூக்குப் பலகை :

பூச்சிகள் சட்டத்தில் பதிக்கப்பெறுவதற்குத் தயாராகும் பொழுது ஒரு தூக்குப் பலகை (stretching board) மிகவும் இன்றியமையாதது. அத்தகைய ஒரு பலகையைச் சுருட்டுப் பெட்டியினின்றும் தயாரித்துக் கொள்ளலாம். சுருட்டுப் பெட்டியினின்றும் அதன் மேலுறையை நீக்கி அதனை நீளப்போக்கில் இரு சம பாகங்களாகப் பிரித்திடுக. மீண்டும் இவற்றை அந்தப் பெட்டியுடன் இணைத்து அப்பகுதிகளிடையே ஒரு செ.மீ. அகலம் இடைவெளிஇருக்குமாறு செய்க. பூச்சியின் உடல் நீண்ட இடைவெளியில் வைக்கப்பெறுகின்றது; அதன் சிறகுகள் உச்சியில் துண்டுக் காகிதங்களால் பொருத்தப்பெறுகின்றன; இக்காகிதங்கள் குண்டூசிகளால் மென் பலகையினுள் தாங்கப்பெறுகின்றன; ஆனால் அவை சிறகுகளினூடே தாங்கப்பெறுவதில்லை.



a b

சில சமயங்களில் உச்சிப் பகுதிகளில் ஓரளவு கோணநிலை விரும்பத்தக்கது. மேலுறையினின்றும் வெட்டிய பகுதிகளை இணைப்பதற்கு முன்னர் சுருட்டுப் பெட்டியின் கோடிகளை ஓரளவு V வடிவத்தில் வெட்டி இதனை நிறைவேற்றிக் கொள்ளலாம். இது மேலுள்ள விளக்கப் படம் b இல் காட்டப்பெற்றுள்ளது.

4. பூச்சி சேகரங்களுக்குரிய ஏற்றுப் பெட்டிகள்:

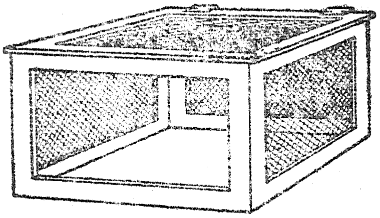
மரம் அல்லது அட்டையாலான சுருட்டுப் பெட்டிகள் பூச்சி சேகரங்களுக்கு வசதியானவும் பயன்படத் தக்கனவுமான வீடுகளாக அமைகின்றன. தூக்குப் பலகையினின்றும் பூச்சி அகற்றப்பெற்றதும் அதன் உடலினூடே ஒரு குண்டூசி செலுத்தப்பெற்று பெட்டியின் அடிப் பகுதியுடன் பொருத்தப்பெறுகின்றது ; இதனால் பூச்சி நன்ருகத் தாங்கப்பெறுகின்றது. குண்டூசிகள் ஓர் ஒழுங்கான முறையில் அமைக்கப் பெறுகின்றன. இந்தக் குண்டூசியின் தலையருகில் ஒரு சிறிய அட்டை அமைக்கப்பெற்று அதில் பூச்சியைப்பற்றிய புள்ளி விவரங்கள் குறிக்கப்பெறுகின்றன.

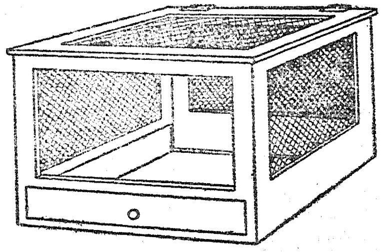
பஞ்சினைப் பின்னணி வண்ணமாகக் கொண்ட அமைப்பில் பூச்சிகளை ஏற்றுவதிலும் சுருட்டுப் பெட்டிகள் பயன் படுத்தப் பெறலாம். மேலுறை அகற்றப்பெற்றுப் பெட்டியின் உட்புறம் பஞ்சின் அடுக்குகளால் நிரப்பப்பெறுகின்றது. அடுத்து, பூச்சிகள் பஞ்சின்மீது அமைக்கப் பெற்று அதன் பிறகு கண்ணாடி அல்லது செல்லோஃபேன் தாளால் மூடப்பெறுகின்றன. இந்தக் கண்ணாடி அல்லது செல்லோ ஃபேன் தாள் மெல்லிய நாடாவினல் ஒட்டப்பெற்றுவிட்டால் அதுவே நிரந்தரமான சட்டமாக அமைந்துவிடும். இந்த வகை ஏற்றுப் பெட்டிகள் சிறப்பாக வண்ணத்துப் பூச்சிகட்கும் அந்துப் பூச்சிகட்கும் வசதியானவை ; அல்லது இவை பள்ளிப் பொருட் காட்சி நிலையத்திற்கு (school museum) மிகவும் பொருத்தமானவை.

5. அறிவியலறையில் பிராணிகளை வைப்பதற்குரிய கூடுகள்:

தொடக்க அறிவியலிலும் பொது அறிவியலிலும் அறிவியல் அறையில் குறுகிய கால எல்லைகட்குக் கூண்டில் பிராணிகளைக் கூர்ந்து கவனிப்பதற்காக வைத்திருப்பது அடிக்கடி விரும்பத்தக்கதாக இருந்து வருகின்றது. இத்தகைய செயல்களைத் திறனுடன் கொண்டு செலுத்த வேண்டுமாயின் வசதியான கூடுகள் அமைக்கப் பெறுதல் வேண்டும். பெரும்பாலாக எல்லா இடங்களிலும் கிடைக்கக்கூடிய பல்வேறு பொருள்களைக்கொண்டே இத்தகைய கூடுகளை எளிதில் அமைத்தல் இயலும்.

கீலுள்ள மூடியும் கம்பி வலையாலான திரைச் சாளரமும் கொண்ட மரப் பெட்டியினின்றும் இத்தகைய கூட்டினைச் சரிக்கட்டலாம். பெட்டியின் மூன்று பக்கங்களிலும் சாளரங்கள் அமைக்கப்பெறுகின்றன. பக்க வாட்டிலுள்ள சாளரங்களும் பின்புறத்திலுள்ள சாளரமும் கம்பித் திரையால் மூடப்பெறுகின்றன ; முன் பக்கச் சாளரத்தில் கண்ணாடித் தட்டு பதிக்கப் பெறுகின்றது. இவ்வகைக் கூட்டில் இழு அறை (drawer) யொன்றினை அமைத்து அதனை





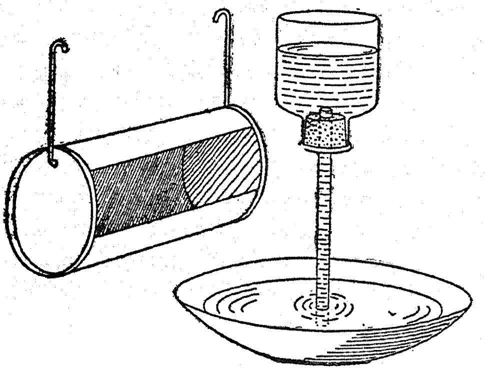
மேம்பாடடையச் செய்யலாம். இந்த இழு அறை முன்பக்கக் கண்ணாடிக்குக் கீழ் அமைக்கப் பெற்றுப் பெட்டியின் அடிப்புறம் முழுவதையும் மூடிக் கொண்டுள்ளது. கூட்டிலுள்ள பிராணிகட்கு அதிகத் தொந்தரவின்றி கூட்டினைத் துப்புரவாக்குவதற்கு இந்த அமைப்பு வசதியாக உள்ளது.

வெப்ப நிலப்பகுதிகளில் கம்பித் திரைக்குப் பதிலாக மூங்கிற் சிராய்கள் அல்லது மரத்தைப் பயன்படுத்தி மிகவும் பயன்படத்தக்க கூடுகள் அமைக்கப்பெறுகின்றன.

கூட்டிலுள்ள பிராணிகட்கு உணவு, நீர் இவற்றைத் தருவது அடிக்கடி எழும் ஒரு பிரச்சினையாகும். பொதுவாக உணவு, நீர்க் கலன் ஆகியவை கூட்டின் அடிப்பகுதிக்கு அப்பால் தான் வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். ஒரு சாதாரணத் தகரக் குவளையினின்றும் ஒரு பகுதியை வெட்டியெறிந்து அதனை விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு கம்பிகளால் கூட்டின் பக்கவாட்டில் அமைத்து மிகவும் வசதியான ஒரு நீர்த்தொட்டியை மிகச்சிறு பிராணிகட்குரியதாக அமைத்துவிடலாம். சுண்டெலிகள், ஒருவகை

முயல்கள் (guinea pigs), கொறிக்கும் பிராணிகள் போன்ற பிராணிகட்கு ஒரு நீர் அருந்தும் அமைப்பு ஒரு பளுவான தட்டு அல்லது சாறுண்ணும் தட்டில் கவிழ்க்கப் பெற்ற ஒரு பாதுகாப்புச் சாடியினின்றும் இயற்றப் பெறுதல் கூடும்.

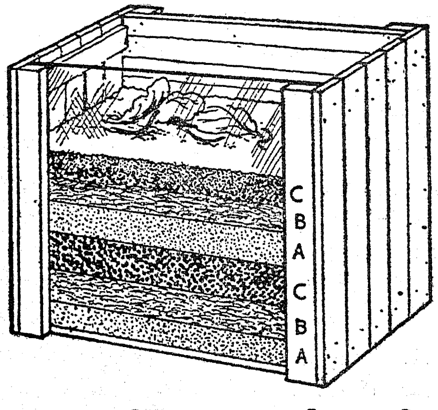
ஒழுங்கான முறைப்படி பிராணிகட்கு உணவூட்டுதல், நீர் அருந்துதல், ஒழுங்கான முறைப்படி கூடுகளைத் துப்புரவு செய்தல் ஆகியவை மிகவும் முக்கியமானவை. இவை பிராணிகளின்



உடல் நலன், வசதி இவைகட்கு இன்றியமையாதனவாக இருப்பதுடன் மாணுக்கர்களின் ஒழுங்குமுறைப் பழக்கங்கள், பொறுப்புணர்ச்சி இவைகட்கும் இன்றியமையாதனவாக உள்ளன. உணவும் நீரும் நாடோறும் மாற்றப் பெறுதல் வேண்டும்; வாரத்திற்கு ஒருமுறை கூடுகளைத் துப்புரவு செய்தல் வேண்டும்.

6. வீட்டில் தயாரித்த புழுக்களின் உறைவிடம் :

30 × 30 × 15 செ. மீ. அளவுகளுள்ள கண்ணுடி முகப்புப் பொருத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு மரப்பெட்டி



மண் புழுக்களின் பழக்கங்களைப்பற்றி ஆய்வதற்குப் பயனுள்ளதாக அமைகின்றது.

பெட்டியின் அடிமட்டத்திலிருந்து கிட்டத்தட்ட உச்சிவரை (அ) மணல், (ஆ) இலை பூஞ்சக் காளான், (இ) தோட்ட மண் இவற்றின் அடுக்குகளால் நிரப்புக. ஒவ்வொரு அடுக்கினையும் அடுத்த அடுக்கினை அமைப்பதற்கு முன்னர் திண்ணியதாக்குக.

மேற்பரப்பின்மீது முட்டைக் கோசுக் கீரை போன்ற இலைகள், சருகுகள், காரட் கிழங்கு முதலியவற்றைப் போடுக; அவற்றுடன் சில புழுக்களையும் போடுக.

பெட்டியிலுள்ள பொருள்களை ஈரமாக வைத்திருந்து புழுக்களின் நடத்தையைக் கவனமாக ஆராய்க.

7. பூச்சிகளின் வாழ்க்கை வரலாறுகளை ஆராய்தல் :

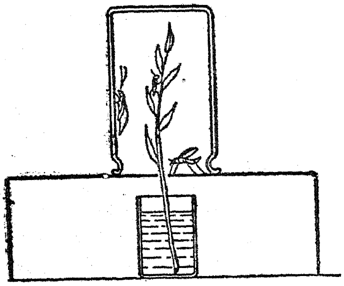
ஒரு பெரிய அட்டைக் கொள்கலனின் பக்கங்களில் பெரிய செவ்வக வடிவமுள்ள துளைகளிட்டு அத் துளைகளை மெல்லிய வெண் துகிலால் மூடுக. இத்துகிலின் ஓரங்கள் மடிக்கப்பெற்று அவை அசையாமல் ஒட்டப்பெறுதல் வேண்டும். ஒரு செவ்வக வடிவத்தின் மூன்று பக்கங்களை வெட்டி நான்காவது பக்கத்தில் மடித்து ஒரு பெரிய கதவினை அமைத்திடுக. மடித்த தாள் அல்லது அட்டையைக் கதவின் முன்புற ஓரத்தில் ஒட்டி அதனைக் கைப்பிடிபோல் செயற்படுமாறு செய்திடுக. பெட்டியின் தொடக்கத்திலிருந்த அடிப்புறத்தைச் சேதமுருமல் வைத்திருந்தால் பெட்டி உறுதிப்பாட்டுடன் இருக்கும். (செல்லோஃபேன் தாள் கிடைத்தால் கதவில் அல்லது பெட்டியின் ஒரு பக்கத்தில் சாளரம் ஒன்றினை அமைத்திடலாம்.) தரைமட்டத்தில் தளர்ச்சியான தாளொன்றினை வைத்திடுக; இது துப்புரவு செய்வதற்கு வசதியாக இருக்கும். ஊன் பசைச் சட்டிகளில் ஈரமண்ணைப்போட்டு அதில் உணவுத் தாவரங்களின் வெட்டிய பூக்கள், தண்டுகள், இலைகள் இவற்றைப் போடுக. இது நீர்ச்சட்டிகளைவிட நல்லது; நீர்ச்சட்டிகளில் பூச்சிகள் அமிழ்வதும் இவ்வமைப்பினுல் தவிர்க்கப்பெறும்.

துயிற் பருவத்திற் கேற்றவாறு பெரிய சட்டிகளில் மண் போடப்பெற்றுல், இந்தக் கூடு வண்ணத்துப் பூச்சிகள், அந்துப் பூச்சிகள் இவற்றின் வாழ்க்கை வரலாறுகளின் எல்லா நிலைகட்கும் பொருந்துவதாக அமையும். பூச்சிகள் ஒரு தூரிகையினைக் (brush) கொண்டோ அல்லது

ஒரு சிறு கோலினைக் கொண்டோ கையாளப் பெறலாம்.

8. வெட்டுக்கிளிகட்கும் குச்சிப் பூச்சிகட்கும் வசதி செய்தல் :

இத்தகைய பூச்சிகளை நீங்கள் கவிழ்க்கப்பெற்ற இன்பழ ஊறல் சாடியில் வைக்கலாம். அவற்றிற்குச் சிறிதளவு இலைத் தொகுதியை (foliage) வைத்தல் வேண்டும்; இந்த இலைத் தொகுதி ஓர் இறைச்சிச் சாடியில் நிறுத்தப்பெறலாம்.



பூச்சிக்கு அதிக இடம் தருவதற்காகவும், அஃது அமிழ்வதினின்றும் காப்பதற்காகவும், அந்தச் சாடி கவிழ்க்கப்பெற்ற கால் புதையரணப் பெட்டியின் (shoe box) மீது இருக்குமாறு செய்யப்பெறலாம்; இந்த அமைப்பில் இலைகள் மேலே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். போதுமான அளவு புதிய காற்று வருவதற் கேற்றவாறு கால் புதையரணப் பெட்டியில் துளைகளிடப் பெறுதல் வேண்டும்.

9. ஈக்களுக்குரிய இன்பழ ஊறல் சாடி உறைவிடம் :

ஓர் ஈயை வைத்து அதன் வாழ்க்கையையும் பழக்கங்களையும் ஆய்வதற்கு ஓர் இன்பழ ஊறல் சாடி (jam jar) பயன்படுத்தப்பெறலாம். கழிவுப் பொருளொன்றில் முட்டைகளை இட்ட பிறகு, ஈயை மற்றொரு சாடிக்கு மாற்றுக; முட்டைகளை வெயிலில் அல்லது ஒரு கதிர் வீசியின்மீது வெது வெதுப்பான இடத்தில் வைத்திடுக. ஒரு வாரம் கழிந்ததும் முட்டைகள் புழுக்களாகப் பொரிக்கப்பெறும். இன்னும் ஒரு வார காலத்தில் அவை கூட்டுப் புழுக்களாகும். சிறிதளவு ஈரமுள்ள மண் அல்லது பாசியை உள்ளே செலுத்தினால் அவற்றை உலராமல் தடுக்கும்; இதனால் ஒரு சில வாரங்கள் அவற்றின் வாழ்க்கை வரலாற்று வட்டம் முழுவதையும் கவனிக்கலாம். அதன் பின்னர், சில பிரச்சினைகள் ஆராயப் பெறலாம். அவை உறங்குகின்றனவா? அவை எவ்வாறு உண்கின்றன? ஆணுக்கும் பெண்ணுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள் யாவை?

10. சிலந்திப் பூச்சிகளை உற்றுநோக்குதல் :

நீரின்மீதோ அல்லது மெருகிட்ட பளபளப்பான மேற்பரப்பின்மீதோ சிலந்திப் பூச்சிகள் ஊர்தல் இயலாது என்ற மெய்ம்மையைப் பயன்படுத்துக. ஒரு சட்டியிலுள்ள தாவரத்தை ஒரு பெரிய கிண்ண நீரிலோ அல்லது பளபளப்பான மேசையின்மீதோ நிறுத்துக. இரண்டு அல்லது மூன்று குச்சிகள் அல்லது அட்டைத் துண்டுகளை ஒன்று சேர்த்து அவற்றை யாதாவது ஒரு பல கோண வடிவமுள்ள அமைப்பாகக் கட்டி, அந்த அமைப்பினை இந்தத் தாவரத்தின்மீது சாய்த்து வைத்திடுக. ஓர் உருண்டை வடிவச் சிலந்திப் பூச்சியைத் தாவரத்தின்மீது வைத்திடுக; அஃது ஒரு சிலந்தி வலையினை உண்டாக்கும்.

ஒரு நிலையறைப் பெட்டியினின்றும் (cupboard) ஒரு சில தட்டுக்கள் அகற்றப்பெறக் கூடுமாயின் எபைரா டயாடெமாடா (பெண்) போன்ற ஒரு பெரிய சிலந்திப் பூச்சி அதில் ஒரு வலையைக் கட்டுமாறு தூண்டப்பெறலாம். சிலந்திப் பூச்சியுடன் கூடிய சில தாவரங்களைக் கொண்ட சட்டிகளை நிலையறைப் பெட்டிகளில் வைத்துக் கதவினை மூடுக. சில மணி நேரம் கழிந்ததும் கதவினைத் திறந்திடுக. இது வலையைச் சிதைத்தல் கூடும்; ஆனால் கதவினைத் திறந்த நிலையில் வைத்திருந்தால், சிலந்தி தப்பித்துப் போவதற்கு விருப்பம் காட்டுவதில்லை; ஆனால் அது மற்றொரு வலையை அமைக்கும். போதுமான அளவு பூச்சிகள் பிடிக்கப்பெறாவிடில், அதற்கு நீண்டகால் பூச்சிகள் (daddy-long-legs) கம்பளிப் புழுக்கள், அந்துப் பூச்சிகள், ஈக்கள் முதலியவற்றைத் தந்தருள்க.

வலைகட்டும் செயலை நன்கு கவனித்துத் தேதியைக் குறித்து வைக்கலாம்; உணவு அருந்துதல், வேறு பழக்கங்கள் போன்றவற்றையும் கால விவரங்களுடன் குறித்து வைக்கலாம்.

'வலையுடன் கூடிய சிலந்தி' ஒரு பெரிய இன்பழ ஊறல் சாடியில் வைக்கப்பெறலாம். அதன் மீதுள்ள கம்பிவலை ஈயினை வைத்து அதனைச் சில சமயம் உள்ளே நுழைப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது. இடப்பெறும் முட்டைகளும்

கவர்ச்சிகரமான உணவு அருந்தும் பழக்கங்க ளும் எளிதில் உற்றுக் கவனிக்கப்பெறலாம்.

11. தவளைகளையும் தேரைகளையும் கவனித்தல் :

தவளைகளும் தேரைகளும் ஒரு பழைய பறவைக் கூட்டில் வைக்கப்பெறலாம். சில தாவரங்களையும் மண்ணையும் கூட்டில் வைத்திடுக; ஒன்று அல்லது இரண்டு வெறுமையான தட்டுக்களை நீருக்காக அதில் வைத்திடுக. பின்னர் நீருள்ள ஒரு புட்டியினைக் கூண்டின் சிறிய கதவு வழியாக வைத்துத் தட்டினை நீரால் நிரப்புக. சிறிய மண் புழுக்களையும் ஈக்களையும் கொண்டு தவளைகட்கும் தேரைகட்கும் உணவு அருத்துக.

மூச்சு வாங்கும் பொறியமைப்புக்கள், மூச்சு வாங்கும் வேகங்கள், உணவு அருந்தும் பழக்கங்கள் இவற்றைப்பற்றி மிகச் சரியான உற்றுநோக்கல்கள் மேற்கொள்ளப்பெறலாம். கூட்டின் நிறத் திண்மையை மாற்றி அப்பிராணிகளின் தோல் வண்ண மாற்றங்கள் உற்றுக் கவனிக்கப் பெறலாம்.

தவளைகட்கும் தேரைகட்கும் தொடர்ந்தாற்போல் நிழல் தேவைப்படுகின்றது; ஆகவே அவற்றைப் பிரகாசமான ஞாயிற்றின் ஒளியில் வைத்தல் கூடாது. தவளைகள் நீந்துவதற்குப் போதுமான நீர் கூட்டில் இருத்தல் வேண்டும்; விரும்பும்போது அவை தற்காலிகமாக ஒரு பெரிய குளத்திற்கு மாற்றப்பெற்று அவற்றின் நீந்தும் பழக்கங்களை நன்கு கவனிக்க வசதி செய்யலாம்.

தலைப்பிரட்டைகள் (tadpoles) கண்ணாடிச் சாடிகளில் வைக்கப்பெறலாம்; ஆனால் அவற்றின் உருமாற்றம் நெருங்கும்பொழுது அவை ஆழங் குறைந்ததும் நடுவில் கற்குவியலைக் கொண்டுள்ளதுமான தட்டிற்கு மாற்றப்பெறுதல் வேண்டும். சிறிய தவளைகளை வைத்திருப்பது எளிதன்று; ஆகவே அவற்றைத் தப்பிப் போகும்படி விட்டுவிட்டு மேற்கூறியதைப் போலவே பெரிய தவளைகளை வைத்திருத்தல் மிகவும் நன்று.

(துத்தநாகம் பூசப் பெற்ற பாத்திரங்கள் நீர்-நில வாழ்வனவற்றிற்குப் பொருத்தமானவை அன்று.)

12. எலிகளின் பாதுகாப்பு :

கறுப்பு எலிகளும் வெள்ளை எலிகளும் உறுதியான கம்பிவலை மூடிகளைக்கொண்ட துத்தநாகம் பூசிய பழைய தொட்டிகளில் வைக்கப்பெறலாம். எலிக்குஞ்சுகள் கம்பிவலையின் வழியாக மேலேறி அதன் உச்சியை விளையாடு களமாகப் பயன் படுத்திக் கொள்ளும். கம்பிவலை அமைப்பு தொட்டியின் பக்கங்களில் பல அங்குல நீளம் அதிகமாகத் தொங்கினால் எலிகள் கீழிறங்க இயலாது; வேறு ஆதாரப் பொருளும் இல்லை. தொட்டியில் தூய்மையான மணலைக் குறைந்தது 3 செ. மீ. ஆழத்திற்குப் போடுக. இது நாடோறும் மாற்றப்பெறுதல் வேண்டும். இஃது ஓடும் நீரால் முற்றிலும் நன்கு கழுவப்பெற்று, காற்றினால் உலர்த்தப் பெற்று மீண்டும் பயன் படுத்தப் பெறலாம். வலையமைப்பதற்காக எலிகட்குத் தூய்மையான கந்தைகளைத் தந்திடுக. இவை கொதிக்கவைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; அல்லது விலக்கப்பெறுதல் வேண்டும். இவற்றிற்குப் பதிலாகக் கிழிந்த செய்தித் தாள்கள் பயன் படுத்தப்பெறலாம்; வாரந்தோறும் கூடு துப்பரவு செய்யப்பெறுங்கால் இது மாற்றப்பெறுதல் வேண்டும்.

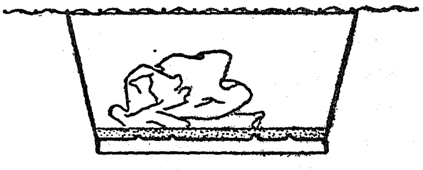
கிட்டத்தட்ட எல்லாப் பொருள்களையும் எலிகள் தின்றாலும் அவைகட்குச் சீருணவு (balanced diet) தேவைப்படுகின்றது. கோதுமையுடனும் (அல்லது ரொட்டி) உடைத்த ஓட் தானியத்துடனும் கூட அவை பயறுவகை, ஆளிவிதை (அல்லது கலவையான கிளிவிதை) போன்ற விதைகளையும், பால் அல்லது பால் தூளையும் விரும்புகின்றன. (குஞ்சுகளை ஈன்ற தாய் எலிகளையும் குஞ்சு எலிகளையும் தவிர ஏனையவை திரவ நிலையிலுள்ள பாலையே நன்கு விரும்புகின்றன.) பச்சைப் பொருள்களையும் பழங்களையும், அல்லது புதிய காய்கறிவகைகளையும் கூட அவை நாடோறும் பெறுதல் வேண்டும்; சிறிதளவு சோற்றுப்பு, விட்டமின்கள் ஆகியவையும் அவைகட்குத் தேவை. சூரிய காந்திப் பூவின் நாற்றுக்கள், பட்டாணிவகைகள், மொச்சை வகைகள் அல்லது கோதுமை ஆகிய வடிவில் இந்த விட்டமின்கள் அமையலாம். வாரத்திற்கு இருமுறை சிறிதளவு இறைச்சியும் விரும்பத்தக்கது.

எலிகள் விரைவாக இனப்பெருக்கம் அடைவதால் தொடக்கத்தில் ஓர் இணை எலிகளே போதுமானவை.

அவை நன்ருக உணவூட்டப்பெற்றுப் பரிவுடன் கையாளப்பெற்ருல், அவை மிக நன்ருகப் பழக்கமானவையாகி விடும்; பயமுறுத்தப்பெரு விட்டால் அவை கடிக்கா. அவை எப்பொழுதும் ஒரே மனிதர்களால்தான் கையாளப்பெறுதல் வேண்டும்.

வாலேக்கொண்டு ஓர் எலியைத் தூக்க முயலாதீர்கள்; ஓர் எலியை ஒரு கையினுல் எடுக்க வேண்டுமாயின், அதன் முதுகின் குறுக்கே உள்ளங்கையை வைத்து, அதனுடைய தாடையின்கீழ் பெருவிரலேயும் சுட்டு விரலேயும் வைத்து, ஏனேய மூன்று விரல்களால் அதனேத் தாங்கிக் கொள்க. இதற்குப் பதிலாக, அதனுடைய உடலேச் சுற்றிலும் இரண்டு கைகளேயும் கிண்ணம்போல் வைத்துக்கொள்வது விரும்பத்தக்கது.

பழக்கங்கள்பற்றியும் இனப்பெருக்கம்பற்றியும் உற்றுநோக்கல்களே மேற்கொள்ளலாம். வளர்ச்சிபற்றிய குறிப்புக்களேயும் வைத்துக் கொள்ளலாம். எலிகளின் எடையைக் காண்பதற்கென்று சிறப்பாக அமைக்கப்பெற்ற பெட்டியை வைத்துக்கொள்க. ஆழமான மூடியுடன் கூடிய ஓர் அட்டைப் பெட்டி இதற்கு மிகவும் பொருத்தமானது. பெட்டியின் உச்சியில் காற்று செல்வதற்காகப் பல சிறு துளேகளே இடுக. பெட்டியில் சில சூரியகாந்தி விதைகளேப் (Helianthus seeds) போடுக; ஓர் எலி உள்ளே நுழையும்பொழுது மூடியைப் போடுக. முதலில் பெட்டியுடன் சேர்த்து எலியின் எடையையும், அதன் பின்னர் பெட்டியின் எடையை மட்டிலும் காண்க. எடையை ஓர் அளவு கருவியாகப்



பயன்படுத்தி உணவுபற்றிய எளிய சோதனேகள் மேற்கொள்ளப்பெறலாம். அவை ஓர் ஒழுங்கான முறைப்படி — வாரத்திற்கு ஒரு முறை — நிறுத்து எடை காணப்பெறுதல் வேண்டும்.

எலிகளேக் கொண்டு எளிய மெண்டலியன் சோதனேகள் மேற்கொள்ளப் பெறலாம்.

பிளந்து ஆய்வு செய்வதற்காக ஓர் எலி கொல்லப்பெறவேண்டுமாயின், அதை ஒரு பெட்டியில் அல்லது மரண அறையில் (lethal chamber) வைத்து அதனுள் நிலக்கரி வாயுவைச் செலுத்தி இதனே நிறைவேற்றலாம். குளோரோஃபாரம் அல்லது ஈதர் போன்ற மயக்க மருந்தினேயும் பயன்படுத்தலாம்; ஆனுல் அத்திரவம் அதன் உடலில் பட்டு அதற்கு வலி உண்டாகாதவாறு பார்த்துக்கொள்ளுதல் வேண்டும்; மூச்சுத் திணராமல் பாதுகாப்பதற்குப் போதுமான அளவு காற்றும் இருத்தல் வேண்டும்.

இவ்வாறு செய்வதற்குப் பதிலாக, எலியை அதன் முன்னங்கால்களிரண்டுடன் சேர்த்து ஒரு துடைப்பத் துணியில் சுற்றி, தலேகீழாகப் பிடித்துக்கொண்டு ஒரு சுத்தி அல்லது உறுதியான கோலினேக்கொண்டு அதன் காதுகளின் பின்புறத்தில் மிகப் பலமாக அடித்து அதனேக் கொல்லலாம்.

நீரில் ஆழ்த்திக் கொல்வதற்கு அதிகக் காலம் ஆகின்றது; அதனேத் தவிர்க்கக்கூடுமாயின் அம்முறையை மேற்கொள்ளாதிருத்தல் நன்று. அம்முறையைப் பயன்படுத்த வேண்டுமாயின், எலியுள்ள கூடு முற்றிலும் நீரில் அமிழ்ந்திருக்குமாறு அதனே ஆழ்த்துதல் வேண்டும்.

விறைத்த நிலே (rigor mortis) தெளிவாகக் காணப்பெறுதவரை ஒரு பிராணியை இறந்துவிட்டதாகக் கொள்ளக்கூடாது. இல்லாவிட்டால், இறந்ததுபோல் காணப்பெறும் ஒரு பிராணி பின்னர் விழிப்புள்ள நிலேயினே அடைதல் கூடும்.

13. எறும்புகளுக்குரிய உற்றுநோக்கல் கூட்டினே ஆக்குதல்:

எறும்புகளின் வாழ்க்கை வரலாற்றினே ஆய்வதற்குரிய உற்றுநோக்கல் கூடு அடியிற் கண்டவாறு எளிய முறையில் ஆக்கப்பெறலாம்.

30 செ. மீ. நீளமும், 1·5 செ. மீ. சதுரமும் உள்ள மூன்று மரத் துண்டுகளினின்றும் ஒரு U-வடிவமுள்ள அமைப்பினே ஆக்குக. இதனே ஒரு வசதியான மரத்தாலான அடித்தளத்தின் மீது செங்குத்தாக ஏற்றி வைத்திடுக. இப்பொழுது 30 செ.மீ. × 33 செ. மீ. அளவில் கண்ணுடிச் செவ்வகங்களே வெட்டி அவற்றை U-வடிவ அமைப்பின் இருபுறங்களிலும் இரப்பர்ப் பட்டைகளேக் கொண்டோ அல்லது ஏதோ ஒரு வகை உலோக இடுக்கியினுலோ இறுகப் பொருத்துக.

விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு உச்சியில் நன்கு பொருந்தக்கூடிய மரத்தாலான

மூடி யொன்றினை ஆக்குக. உச்சியினின்றும் 5 செ. மீ. தூரத்தில் ஒரு பக்கத்தில் 0·5 செ. மீ. துளையொன்றினை இடுக; அதனைப் பஞ்சினைக் கொண்டு அடைத்திடுக.

இந்தக் கூட்டினை அமைப்பதில் கண்ணாடிக் கிடையிலுள்ள இடத்தை மண்ணைக்கொண்டு நிரப்புவதே முதலாகச் செய்யப்பெறவேண்டிய தாகும். நீங்கள் எறும்புகளை எடுக்கும் புலத்தி லிருந்தே இந்த மண்ணும் எடுக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

மணற்பாங்கான மண்ணை உச்சியில் கொட்டி அதனை அடிக்கடி ஓர் உருளையினைக்கொண்டு தட்டுக; பஞ்சினால் அடைத்த துளைவரையில் மட்டமாக மணல் நிரம்பட்டும்.

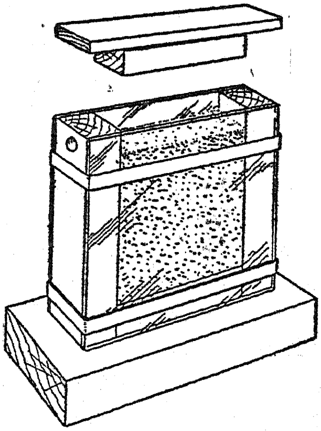
இப்பொழுது எறும்புகளைப்பற்றிக் கவனிப் போம்: இதற்குச் சிறிய கறுப்பு அல்லது சிவப்பு எறும்புகள் மிகவும் சிறந்தவை. அவை எங்கும் சமதளமான கற்களுக்கிடையேதான் தம் குடியேற்றங்களை அமைத்துக் கொள்ளுகின்றன.

சமதளமுள்ள கல்லைத் தூக்குக; எறும்புகள் இங்குமங்குமாக ஓடுவதைக் காண்பீர்கள். பஞ்சு அடைப்பான்களைக்கொண்டவையும் குறுகிய கழுத்துள்ளவையுமான இரண்டு மருந்துப் புட்டி கள், தோட்ட வேலைக்குப் பயன்படும் ஒரு மண் வெட்டி, ஒரு வெள்ளைத் தாள் அல்லது ஒரு பெரிய தாள் ஆகியவை உங்கட்குத் தேவைப் படும்.

புட்டிகளை நிலத்தில் கிடத்தி அவற்றின் வாய்க்குச் செல்லுமாறு எறும்புகட்கு வழிகாட்டிக் கிட்டத்தட்ட நூறு எறும்புகள் வரையிலும் சேக ரித்திடுக; அதன் பிறகு பஞ்சினைக்கொண்டு புட்டிகளின் கழுத்தினை மூடுக.

அடுத்து நீங்கள் ஓர் இராணியைக் கண்டு பிடித்தல் வேண்டும். இதற்கு மண்வெட்டியைக் கொண்டு மிக ஆழமாக வெட்டி அந்த மண்ணை நிலத்தின்மீது கிடத்தப்பெற்றுள்ள வெள்ளைத் தாளின்மீது போடுக. உங்கள் விரல்களால் மண்ணை உடைக்கும்பொழுது ஏனையவற்றை விட ஓர் எறும்பு மிகப் பெரிதாக இருக்கக் காண் பீர்கள். இதுதான் இராணி ஈ ஆகும்; இஃது இரண்டாவது புட்டிக்குச் செல்வதற்கு வழி காட்ட வேண்டும்; இதற்குச் சிறிதளவு பொறுமை வேண்டும்.

உற்றுநோக்கல் கூட்டிற்குள் எறும்புகளைக் கொள்ள வேண்டுமாயின், ஒரு பெரிய தட்டில் நீரை நிரப்புக; அதன் நடுவில் தலைகீழாகக் கவிழ்க்கப்பெற்ற உண்கலம் ஒன்றினை வைத்து ஒரு தீவாக்குக; இத்தீவினின்றும் எறும்புகள் தப்பிச் செல்ல இயலாது. தட்டின்மீது உற்று நோக்கல் கூட்டினை வைத்து அத்தட்டின்மீதோ அல்லது நேராக எறும்புக் காட்சிப் பெட்டியின் (formicarium) உச்சியின்மீதோ எறும்புகளை விடுவித்திடுக; இராணி ஈ உள்ளிருந்தால், ஏனையவை கதவின் வழியாக அதனைப் பின் தொடரும்.



எறும்புகள் பகல் ஒளியை விரும்பாவாகலின், துளையை அடைத்து விடுக; பெட்டியின்மீது ஒரு தவிட்டு நிறத் (brown) தாள் உறையைக் கொண்டு போர்த்தி அந்தக் கூட்டினை அதன் நிரந்தர உறைவிடத்திற்கு மாற்றுக.

கதவிற்குச் சற்று உட்புறமாகக் கண்ணாடியில் தடவிய சிறிதளவு தேன் அதற்கு ஏராளமான உணவாக அமையும்; ஊற்றுப் பேனாவிற்கு மை ஊற்றும் கருவியினால் சிற்சில சமயங்களில் தெளிக்கப்பெறும் நீர் மண்ணை ஈரமாக வைத் திருக்கத் துணை செய்யும்.

கூட்டினுள் நடைபெறும் கிளர்ச்சியூட்டும் நிகழ்ச்சிகள், முட்டைகளை யிடுதல், உழைப் பாளிகள் செயற்படுதல், எறும்புகளில் ஒன்று மற்றொன்றினுடைய தலையைத் தம்முடைய உணர்கொம்புகளினால் தட்டிக் கொண்டு பேசிக் கொள்ளும் முறை ஆகியவற்றை எறும்பு களைத் தொந்தரவு செய்யாத செயற்கை முறை ஒளியில் ஆராயப்பெறுதல் கூடும்; கண்ணாடிக்கு இணையாகக் குடைந்து செல்லும் பாதைகள் அமைந்திருப்பதால் இவை யாவற்றையும் எளிதில் பார்த்தறிதல் கூடும்.

ஒரு சில எறும்புகளை அகற்றுதல், மீண்டும் அவற்றைக் கொணர்தல்; புதிய எறும்புகள், பச்சை ஈக்கள், சிலந்திகள் முதலியவற்றை

நுழைத்தல் போன்ற சோதனைகள் மிகவும் பயனளிக்கத் தக்கவை.

கூடு நிலையாக அமைந்து இராணி ஈயும் முட்டைகளை இடத் தொடங்கிவிட்டால், கதவு வழியில் அடைக்கப்பெற்றுள்ள பஞ்சும் அகற்றப் பெறலாம். உற்று நோக்கல் கூட்டினைச் சற்றுத் திறந்த நிலையிலுள்ள சாளரத்தின் அருகே வைத்திடுக; எறும்புகள் ஓராண்டுக் காலம் வரையிலும் சுதந்திரத்துடன் வந்து கொண்டும் போய்க்கொண்டும் இருக்கும்.

14. இன்பழ ஊறல் சாடிப் பொருட்காட்சிப் பெட்டியை (*acquarium*) ஆக்குதல்:

ஒரு பெரிய கண்ணாடித் தொட்டி கிடைக்குமாயின், நடைமுறையில் எந்தக் கண்ணாடிப் பாத்திரமும் ஓர் எளிய சாடிப்பொருட் காட்சிப் பெட்டியாகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம். எலோடியா (Elodea) அல்லது மைரியோஃபிலம் (Myriophyllum) போன்ற நீரின்கீழ் ஆழ்ந்து கிடக்கும் தாவரங்கள் நன்முறையில் சேமிக்கப் பெறுமாயின் அவை நீரில் காற்றூட்டுவதற்குத் துணையாக இருக்கும். ஓர் ஒரு-கிலோகிராம் இன்பழஊறல்சாடி நீர்ப்புழுக்கள் (caddis larve) குளத்து நத்தைகள், மேலோடுகளைக் கொண்ட சிறிய பிராணிகள், எலோடியா, சிறிய லெம்னு (Lemna minor) போன்ற தாவரங்கள் ஆகியவற்றை வைப்பதற்குப் பொருத்தமானது; இவை கவனமாகச் சேகரிக்கப்பெற்றால் பல மாதங்கள் வரையில் சீரான நிலையில் அமைந்திருக்கும். அதிகமாகச் சேர்த்து வைப்பதைப் போலவே குறைவாகச் சேர்த்து வைப்பதும் கேடு பயக்கக்கூடியது. பொருட் காட்சிப் பெட்டிக்கு யாதொரு கவனமும் தேவையில்லை; ஆனால் ஒரு டைடிஸ்கஸ் (Dytiscus) அல்லது உயிருள்ள பிராணிகளைப் பிடித்துண்ணும் வேற்றினவுயிர் (predaceous larva) வைக்கப் பெற்றிருந்தால் அது தலைப் பிரட்டைகளைக் கொண்டு ஒழுங்கான முறையில் உண்பிக்கப் பெறுதல் வேண்டும். மூன்று சென்டிமீட்டர் உயரமுள்ளதாக அமைக்கப்பெற்றுள்ள தூய்மையான மணல் நீர்ப்புழுக்களுக்குச் (caddises) சாடியின் அடிமட்டத்தில் செயலற்றிருக்கும் இடமாக அமையும்; நீர்ப் பூச்சிகள் (caddis flies) நம் கவனமின்றித் தப்பிப் போகாமலிருப்பதற்குச் சாடியின்மீதுள்ள வெண்துகில் உறை உறுதியளிக்கும்.

முட்டையிடல், வேறு மாற்றங்கள், பழக்கங்கள் போன்றவற்றை பதிந்துகொள்வதற்கேற்ற ஒருநாட் குறிப்பு வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

இத்தகைய ஒரு பொருட்காட்சிப் பெட்டியைக் குளத்து வாழ்க்கையில் தாவரங்கட்கும் பிராணிகட்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பினை எளிய முறையில் ஆராய்வதற்கு அடிப்படையாக அமையுமாறு செய்து கொள்ளலாம்.

சாறுண வடிகட்டி யொன்று கிடைத்தால் அதனைக்கொண்டு குளம், ஓடைகளிலுள்ள சோதனைப் பொருள்களைச் (specimens) சேகரஞ் செய்வதற்கேற்ற ஓர் உறுதியான வலையினை அமைத்துக் கொள்ளலாம். அதன் கைப்பிடி மிக உறுதியாக ஒரு கோலுடன் இணைக்கப் பெறுதல் வேண்டும்; திரும்பத் திரும்ப நாடாவினைக் கைப்பிடியினூடே நுழைத்துப் பின்னி இதனைச் செய்து கொள்ளலாம். இரப்பர்க் கரைசல் கிடைத்தால் அதனைத் தாராளமாக நாடாவில் தடவி, அதன் பிறகு அதனை இறுகக் கட்டி முடிச்சின்மீதும் அக்கரைசலைத் தடவிக் கொள்ளலாம். இந்த முறை இணைப்பிற்கு உறுதியளிக்கும்.

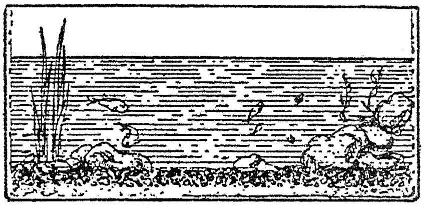
15. பெரிய நீர்ப் பிராணிகட்குரிய பொருட் காட்சிப் பெட்டி:

50 செ. மீ. நீளமும், 25 செ. மீ. அகலமுமுள்ள ஒரு கண்ணாடியாலான பொருட்காட்சிப் பெட்டி நடைமுறை அளவுள்ளதாகும். பழைய சேமக் கலக் கடங்கள் (accumulator cells) இதற்குப் பொருத்தமானவை; ஆனால் அவற்றின் கண்ணாடிதான் மிகத் தெளிவானதாக இருப்பதில்லை.

இத்தகைய பொருட்காட்சிப் பெட்டியினைத் தயாரிக்க வேண்டுமாயின், ஒரு தெளிவான ஓடையின் அல்லது குளத்தின் அடிமட்டத்திலிருந்து நேர்த்தியான வண்டலைக் கைவசப்படுத்தி அதனை ஓடும் நீரில் நன்றாகக் கழுவுக. பொருட்காட்சிப் பெட்டியின் அடிமட்டத்தில் இந்த வண்டலைக் கிட்டத்தட்ட 2 செ. மீ. ஆழத்திற்கு நிரப்புக. இதில் சில நாணல்களைப் பயிரிடுக; இந்த நாணல்களின் வேர்களை ஒரு கல் அல்லது காரீய வளையத்தில் பொருத்துக. அதன் பிறகு அவற்றின் மீது கரடுமுரடான மணல் அல்லது சரளைக் கற்களின் அடுக்கினையும் சில பெரிய கற்களையும் அமைத்திடுக. இக்கற்கள் நீர்ப்பூச்சிகட்கு ஒளிந்துகொள்ளும் இடங்களாகப் பயன்படுகின்

றன. மெதுவான நீர்த்தாரையால் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை நிரப்பி அது தெளிவாகும் வரை ஒன்றிரண்டு நாட்கள் அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. தூய்மையான நீர்த் தாவரங்கள் நுழைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். ஏராளமான நீர்க் களைகள் (water weeds) இருப்பின் விரிவான காற்றூட்டும் ஏற்பாடுகள் தேவையில்லை. குழாய் நீர் பயன்படுத்தப்பெற்றால் டாஃப்னியா (daphnia) போன்ற உயிருள்ள உணவு சேர்க்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

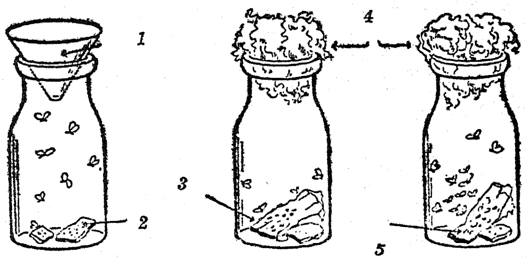
புல்லைத் துப்புரவாக வைத்துக் கொள்வதற்காக ஒரு சில நத்தைகளுடன் இப்பொழுது பிராணிகள் நுழைக்கப் பெறலாம். மிகக் குறைவான உணவூட்டலே தேவைப்படும். மீன்கள் நத்தைகளின் முட்டைகளை உண்ணும்; போதுமான அளவு சிறிய் நீர்வாழ் உயிரிகள் வேறு தேவைகளை அளிப்பதற்கு ஒரு சராசரி குளத்தில் காணப் பெறுதல் கூடும். புழுக்கள் உணவாகப் பயன்படுத்தப் பெற்றால் அவை உண்பதற்கேற்றவாறு சிறிய துண்டுகளாக நறுக்கப்பெற்ற பிறகே வாரத்திற்கொரு முறை அளிக்கப்பெறுதல் வேண்டும். உண்ணப் பெறாத உணவு ஏதாவது இருப்பின் அஃது உடனே அகற்றப்பெறுதல் வேண்டும்; இல்லாவிட்டால் காளான் வளர்ந்து மீன்களுக்குத் தொற்று நேரிடும்.



இந்தப் பொருட் காட்சிப் பெட்டி ஒரு கண்ணாடித் தட்டினாலோ அல்லது துளைகளிடப் பெற்ற துத்தநாக மூடியினாலோ மூடப்பெற்றுத் தூசுகள் படாமல் பாதுகாக்கப்பெறுதல் வேண்டும். தவளைகள் அல்லது பல்லியின் வகைகள் (newts) வைக்கப் பெற்றால், அவை உட்கார்வதற்காக மிதக்கும் தக்கைத் துண்டொன்று அளிக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; கண்ணாடி அல்லது துத்தநாகமூடி அவை தப்பிப் போகாதவாறு தடுத்து நிறுத்தும்.

16. பழ ஈக்களின் வாழ்க்கை வட்டத்தை உற்று நோக்கல்:

சிறிய கண்ணாடிச் சாடிகள் பழ ஈக்களுக்கு மிகச் சிறந்த இயல்பான இருப்பிடங்களாக அமைகின்றன. சாடியின் அடிமட்டத்தில் பழுத்த பழத்துண்டினை வைத்திடுக; புட்டியின் வாய்க்குப் பொருந்தக்கூடியவாறு கோடியில் துளையுள்ள ஒரு காகிதப் புனலைச் செய்திடுக. புட்டியை வெட்ட வெளியில் வைத்திடுக. ஆறு அல்லது எட்டு பழ ஈக்கள் நுழைந்தவுடன் புனலை அகற்றி தளர்ச்சியாக இருக்குமாறு பஞ்சினைக்கொண்டு புட்டியின் வாயினை அடைத்திடுக. இந்த எண்ணிக்கை ஈக்களில் ஆண் ஈக்களும் பெண் ஈக்களும் இருத்தல் வேண்டும். பெண் ஈக்கள் அகன்ற வயிற்றுடன் பெரியனவாக இருக்கும். ஆண் ஈக்கள் சிறியனவாகவும் கறுப்பு முனையுடன் கூடிய வயிற்றைக் கொண்டும் இருக்கும்.



1. காகிதப் புனல்; 2. முட்டைகள்; 3. முட்டையினின்றும் வெளிவந்த புழுக்கள்; 4. பஞ்சு; 5. துயிற் பருவப் புழுக்களும் இளம் பருவப் பூச்சிகளும்.

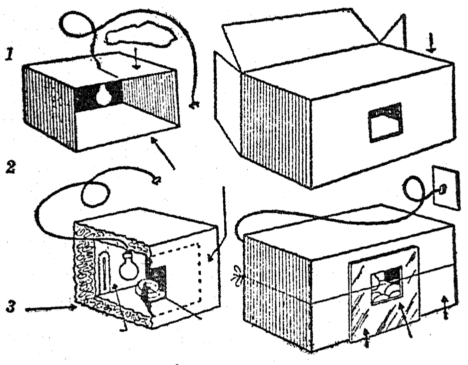
விரைவில் முட்டைகள் இடப்பெறும்; இரண்டு அல்லது மூன்று நாட்களில் முட்டைகளினின்றும் புழுக்கள் பொரிக்கப்பெறும். புழுக்கள் துயிற் கூடுகள் அமைப்பதற்குத் தயாராக இருக்கும்பொழுது அவை ஊர்ந்து செல்வதற்காகச் சாடியில் ஒரு காகிதத்துண்டு வைக்கப் பெறலாம். துயிற்பருவப் புழுக்களினின்றும் வளர்ந்த ஈக்கள் வெளி வரும். புதிதாகப் பொரிக்கப்பெற்ற ஈக்களை மற்றொரு சாடியில் விட்டு ஒரு புதிய தலைமுறை தொடங்கப்பெறலாம்.

17. கோழி முட்டைகளின் அடைகாத்தல்:

உங்கள் வகுப்பறையில் மின்சாரம் கிடைக்குமாயின் மிகக் குறைந்த செலவில் ஓர் எளிய அடைகாக்கும் கருவி இயற்றப் பெறலாம். ஒன்று பெரியதும் மற்றொன்று சிறியதுமாக இரண்டு அட்டைப் பெட்டிகளைக் கைவசப் படுத்துக. சிறிய பெட்டியினின்றும் ஒரு கோடியை வெட்டுக; பெரிய பெட்டியின் ஒரு பக்கத்தில் 15 செ.மீ. சதுரமுள்ள ஒரு சாளரத்தை வெட்டுக. அடுத்து,

சிறிய பெட்டியின் உச்சியில் ஒரு நீளப் பிளவினை (slit) வெட்டி அதில் ஒரு மின்விளக்கினைத் தொங்கவிடுக. விளக்கிற்கு ஒரு நீண்ட மின் சாரக் கயிறு (electric cord) இணைக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

சிறிய பெட்டியைப் பெரிய பெட்டியினுள் வைத்து அவற்றிற்கிடையே எல்லாப் பக்கங்களிலும் துண்டு துண்டுகளாக்கப்பெற்ற செய்தித்தாளைக் கொண்டு நெருக்கமாக அடைத்திடுக. சிறிய பெட்டியின் திறந்த கோடி பெரிய பெட்டியின் பக்கவாட்டில் வெட்டப் பெற்றுள்ள சாளரத்தில் பொருந்துவதை உறுதிப் படுத்திக் கொள்க. பெட்டியில் ஒரு வெப்பமானியை வைத்திடுக; சாளரத்தின் வழியாக வெப்பமானியின் அளவுகளைப் பார்க்கக்கூடிய வாறு அஃது அமைந்திருக்கட்டும். சாளரத்திற்கு மேல் ஒரு கண்ணாடித் தட்டு பொருத்தப்பெறுகின்றது.



குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

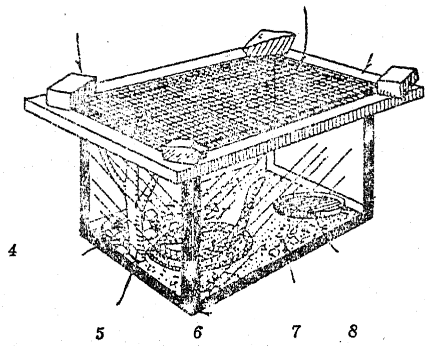
1. சிறு பெட்டி ; 2. முகப்பு ; 3. செய்தித் தாள் காப்புறை ; 4. வெப்பமானி ; 5. நீர் ; 6. பெரிய பெட்டி ; 7. முகப்பு ; 8. முட்டைகள் ; 9. கண்ணாடி.

இப்பொழுது நீங்கள் சோதனை செய்யத் தொடங்குவதற்கு ஆயத்தமாக இருக்கின்றீர்கள். 21 நாட்களுக்கு இரவிலும் பகலிலும் ஒரே மாதிரியாக மாறாத 103°F. (40°C.) வெப்பநிலை இருக்கவேண்டியது இன்றியமையாததாகின்றது. வெவ்வேறு மின்குமிழ்களைப் பயன்படுத்தியும், செய்தித்தாளின் அளவினை மாற்றியும் ஒரு சில நாட்கள் கழித்து நீங்கள் உங்கள் அடைகாக்கும் கருவியை இந்த வெப்பநிலைக்கு ஒழுங்கு படுத்தக் கூடிய நிலையிலிருப்பீர்கள். அடைகாக்கும் கருவியினுள் ஒரு சிறிய தட்டில் நீர் வைக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

இப்பொழுது பன்னிரண்டு வளமான முட்டைகளைக் கைவசப் படுத்துங்கள். முட்டைகளை அடைகாக்கும் கருவியில் வைத்து அப்படியே விட்டுவிடுங்கள். மூன்றாம் நாள் இறுதியில் அந்த முட்டைகளில் ஒன்றினை அகற்றி அதனைக் கவனமாகச் சிறிது பிளக்குமாறு செய்யுங்கள். அதிலுள்ள பொருள்களை ஓர் ஆழங்குறைந்த சாறுணும் தட்டில் குவியலாகப் போடுங்கள். மூன்று நாள் முதிரா நிலைக் கருவில் (embryo) சாதாரணமாக இதயம் துடிப்பது காணப் பெறும். அஃது அரை மணி நேரம் தொடர்ந்து துடிக்கலாம். மூன்று நாட்களுக்கொரு முறை ஒவ்வொரு முட்டையையும் அகற்றி முதிரா நிலைக் கரு வளர்ச்சியினை உற்று நோக்குக. சில முட்டைகள் 21 முழுநாட்கள் வரையிலும் விட்டுவைக்கப் பெற்று அவை குஞ்சு பொரிக்கப் பெறுகின்றனவா என்பதைக் காணலாம்.

18. பாம்புகள்:

நச்சுப் பாம்புகளல்லாத பாம்புகள் உற்று நோக்கலின்பொருட்டு வகுப்பிற்குக் கொண்டு வரப் பெறலாம். பாம்பினை வைத்துக் கொள்வதற்கு ஒரு பாதுகாப்பான கூடு அமைக்கப்பெற



1. செங்கற்கள் அல்லது கற்கள் ; 2. சாளர வலை ; 3. மரச் சட்டம் ; 4. கற்கள் ; 5. கவைக் கிளை ; 6. கண்ணாடியாலான பொருட்காட்சிப் பெட்டி ; 7. சரளை ; 8. நீர்த் தட்டு.

லாம் என்பதை விளக்கப்படம் காட்டுகின்றது. கூட்டின் அடிமட்டம் மணலாலும் சரளைக் கற்களாலும் மூடப்பெறுதல் வேண்டும். கூட்டினுள் ஆழங்குறைந்த தட்டில் நீர் வைக்கப் பெறுதல் வேண்டும். சில கற்களும் கவையுள்ள கிளையும் கூட்டினுள் இருப்பது விரும்பத்தக்கது. ஒரு

கண்ணுடித் தொட்டியில் பாம்புகள் வைக்கப் பெற்ருல் அத் தொட்டி ஞாயிற்றின் உறைப் பான ஒளியினின்றும் பாதுகாக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

வெளிப் புறத்தில் ஒரு பாம்பினை உற்று நோக்க வேண்டுமாயின் அதனை மிக அமைதியாக நெருங்கவேண்டும். ஒரு பாம்பினைக் கையாள விரும்பினுல், ஒரு கையினுல் தலைக்குச் சற்றுப் பின்புறமாக உறுதியாகப் பிடித்துக் கொள்க; அதிக இறுக்கமாகவும் பிடித்தல் கூடாது. அதன் ஏனைய உடற்பகுதியை மற்ருெரு கையி ஞல் தாங்குக. மண் புழுக்கள், பல்வேறு பூச்சி வகைகள், முட்டைகள் அல்லது சிறுசிறு இறைச் சித் துண்டுகள் இவற்றைக் கொண்டு பாம்பு கட்கு உணவூட்டலாம் சாதாரணமாக ஒரு பாம்பு நாள்தோறும் உணவு உண்ணுது. சிறை யிலிருக்கும் நிலையில் சில பாம்புகள் உணவி னையே உண்ணு. பல வாரங்கள்வரை பாம்புகள் உணவு கொள்ளாதிருக்கும். ஒரு பாம்பு உண்ணு விட்டால் அதனைத் தப்பிப் போகுமாறு விட்டு விடுவது நல்லது.

பாறைகள், மண்கள், தாதுப் பொருள்கள், தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் இவற்றின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

பாறைகள், மண்கள், தாதுப் பொருள்கள், தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் இவை யாவும் எப்பொழுதும் கவர்ச்சி தரக்கூடியவையாகும். கிட்டத்தட்ட ஒவ்வொரு சூழ்நிலையிலும் இவற்றின் மாதிரிகள் காணப்பெறுமாதலின், அறிவியல் பயிற்றலில் அவை முக்கியமான பங்கினைப் பெறுகின்றன. மாணுக்கர்களால் கொணரப்பெறும் ஒவ்வொரு சோதனைப் பொருளின் பெயரையும் ஆசிரியர் சொல்ல வேண்டுவது இன்றியமையாதது என்று கருதவேண்டா; அங்ஙனம் இனம் பிரித்துக் கூறலும் பெயர் சொல்லுதலும் அத் துறையில் பயிற்சி பெற்ற நில உட்கூற்றியல் நிபுணரின் பணியாகும். துறைப் பெயர்களில் (technical terms) சிக்கிக் கொள்ளாமலேயே பாறைகளைப் பற்றியும் தாதுப் பொருள்களைப் பற்றியும் அதிகமாகக் கற்றுக் கொள்ளுதல் கூடும். பாறைகள், தாதுப் பொருள்கள் இவை பற்றி அதிகப் படியான தகவல்கள் வேண்டுமாயின் பின்னிணைப்பு 3-ஐப் பார்க்க.

சில பாறைகள் கரடு முரடாகவும் பொடிக் கற்களையுடையனவாகவும் உள்ளன; அவை மணல் துணுக்குகளால் இணைந்தவை போலக் காணப் பெறுகின்றன. அத்தகைய பாறைகட்கு 'மணற்கல்' என்பது நல்ல பெயராகும். வேறொரு தொகுதிப் பாறைகள் கருங்கல் போல் நுண்ணிய புள்ளிகள், படிகங்கள் ஆகியவற்றாலானவைபோலக் காணப்பெறுகின்றன. இந்தப் பாறைகள் 'கருங்கல் போன்ற பாறைகள்' என வழங்கப் பெறலாம். கற்பலகை, சுண்ணும்புக் கல், மெல்லிய அடுக்குகளாலான களிமண் பாறை (shale) ஆகியவை சாதாரணமாகக் காணப்பெறும் வேறு பாறைகள் ஆகும்; இறுதியில் குறிப்பிடப்பெற்ற பாறை பெரும்பாலும் நீரோடைகளின் கரையோரங்களில் காணப் பெறுகின்றன. இந்த எளிய சொற்களஞ்சியம், துறைவகையில் முற்றுப்பெரு திருப்பினும், சாதாரணமாகக் காணப்பெறும் பெரும்பாலான பாறைகளை அடையாளங் காணவும் வகைப் படுத்தவும் மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

பொதுவாகப் பாறைகள் அவை அமையும் முறைகளையொட்டி மூன்று பெரும் பிரிவுகளாக வகைப்படுத்தப்பெறுகின்றன.

1. படிவுப் பாறைகள் என்பவை ஆறுகளால் கிடத்தப்பெறும் சேறு, வண்டல் மண் ஆகியவற்றிலிருந்து நீரின்கீழ் உண்டாயினவையாகும். இந்த வகைப் பாறைகள் பெரும்பாலும் அடுக்குகளாகக் காணப்பெறுகின்றன. களிமண் பாறை, சுண்ணும்புக் கல் ஆகியவை இவற்றிற்கு எடுத்துக்காட்டுக்களாகும்.

2. தீப் பாறைகள் என்பவை உருகிய பொருள்கள் குளிர்ந்ததால் உண்டாயினவையாகும். எரிமலைப் பாறை, படிகப்பாறை, அப்பிரகம் ஆகியவை தீப் பாறைகட்கு நல்ல எடுத்துக் காட்டுக்களாகும்.

3. உருமாறிய பாறைகள் என்பவை படிவுப் பாறைகள், தீப்பாறைகள் என்ற இரண்டு வகைகளினின்றும் மிக அதிகமான வெப்பம், அமுக்கம் இவற்றின் காரணமாகத் தோன்றியவையாகும். சுண்ணும்புக் கல்லினின்றும் உண்டான சலவைக்கல், களிமண் பாறையினின்றும் உண்டான கற்பலகை இந்த வகைக்கு எடுத்துக் காட்டுக்களாகும்.

A. பாறைகளும் தாதுப்பொருள்களும்

1. பாறைச் சேகரம் செய்தல்:

ஒவ்வொரு மாணுக்கனையும் ஒரு பாறைத் துண்டினைக் கொண்டுவருமாறு செய்து ஒரு சமூகத்தினிடையே காணப்பெறும் சாதாரண பாறைகளைச் சேகரம் செய்யலாம். எல்லாப் பாறைகளின் பெயர்களையும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டிய இன்றியமையாமை இல்லை என்பதை மாணுக்கர்கட்கு விளக்குக. ஒரே மாதிரியான சோதனைப் பொருள்கள் ஒருசேர ஒரு மேசையின்மீது வைக்கப்பெறலாம். வடிவம், வண்ணம், வேறு சிறப்பியல்புகள் இவற்றின் வேறுபாடுகளை அடிப்படையாகக்கொண்டு சேகரிக்

கப்பெற்ற பாறைகளை தொகுதிகளாகப் பிரித்திடுக. எத்தனை முறைகளில் இயலுமோ அத்தனை முறைகளில் பாறைகளைத் தொகுதிகளாக்கும் வழிகளைக் காண முயலுக.

2. ஓர் ஒற்றைப் பாறையை ஆராய்தல் :

ஓர் ஒற்றைப் பாறையைத் தேர்ந்தெடுத்து கவனமான உற்றுநோக்கலால் அதனைப் பற்றி எவ்வளவு அறிந்து கொள்ளக் கூடுமோ அவ்வளவு அறிந்து கொள்ள முயலுக. அது தட்டையாக இருப்பின் அஃது ஒரு வேளை ஏதாவது ஒரு படிவுமுறை அமைப்பின் ஒரு துண்டு அல்லது அடுக்காக இருக்கலாம். பல இலட்சக்கணக்கான ஆண்டுகட்கு முன்னர் வீழ்த்தப்பெற்ற படிவுகள் கெட்டியாவதால் இத்தகைய பாறைகள் உண்டாயினவையாகும். அந்தப் பாறை நுண்ணிய மணல் பொடிகள் சேர்ந்திருப்பதால் உண்டாக்கப்பெற்றதாகக் காணப்பெற்றால், அஃது ஒரு வேளை மணல் கல்லாக இருக்கலாம். அது பெரிய கூழாங்கற்களின் சேர்க்கையினால் ஆக்கப் பெற்றிருந்தால் அது கலப்புப் பாறை என வழங்கப்பெறும் மற்றொரு வகைப் படிவுப் பாறையாகும். அந்தப் பாறை உருண்டை வடிவினதாக ஆக்கப் பெற்றிருப்பின், அஃது ஒரு வேளை நீரோடையின் விளைவாக இருக்கலாம். பாறையை ஒரு பெருக்காடியினால் (magnifying glass) சோதித்திடுக. அது சிறிய புள்ளிகளையும் படிகங்களையும் கொண்டிருப்பின் அது கருங்கல் போன்ற பாறையாகும்; அது நீண்ட காலத்திற்கு முன்னர் பூமியின் ஆழத்திலிருந்து மேலே தள்ளப் பெற்றிருக்கலாம். இங்ஙனம் பல்வேறு பாறைகளைக் கவனமாக உற்று நோக்குதல் மேலும் பாறைகளைச் சேகரஞ் செய்வதற்கும் ஆராய்வதற்கும் அக்கறையைப் பிறப்பிக்கும்.

3. தனித்தனியாகப் பாறைகளைச் சேகரித்தல் :

மாணுக்கர்கள் தாமாகவே தம்முடைய பாறைச் சேகரங்களை மேற்கொள்வதற்கு ஆதரவளிக்கப் பெறுதல் வேண்டும். சிறிய பசைப் பலகை அல்லது சுருட்டுப்பெட்டிகள் சேகரித்த பொருள்களை வைத்துக் கொள்வதற்குப் பயன்படும். பெட்டிகளில் பிரிவினைச் சுவர்களை அமைத்துச் சோதனைப் பொருள்கள் தனித்தனியாக வைக்கப் பெறலாம். ஒரு மாணுக்கன் தான் சேகரித்த பாறைகளை அடையாளம் காணுங்கால் அவன் சிறிய துண்டுக் காகிதங்கள் அல்லது ஒட்டும் நாடாவினை வெட்டி ஒவ்வொரு பாறைக்கும் ஒவ்வொன்றாக இணைத்திடல் வேண்டும். ஒவ்வொன்றிலும் ஓர் எண்ணை வைத்துப் பெட்டியின் மூடியில் ஒரு பெயர் வரிசையைக் எழுதி ஒட்டுக. சேகரங்கள் சிறியனவாக இருப்பது நல்லதாகும். மாணுக்கர்கள் மற்ற மாணுக்கர்களுடன் மாதிரிப் பொருள்களைப் பண்டமாற்றம் செய்து தம்முடைய சேகரங்களை நிறைவு செய்வதற்கேற்ற ஆதரவு தரப்பெறுதல் வேண்டும்.

4. உடைந்த பாறையை ஆராய்தல் :

பல பாறைச் சோதனைப் பொருள்களை உடைத்திடுக. புதிதாக உடைந்த மேற்பரப்புக்களின் தோற்றங்களைக் கால மாறுபாட்டால் ஏற்பட்ட பாறைகளின் வெளிப் புறத்தின் மேற்பரப்புத் தோற்றத்துடன் வைத்து ஒப்பிடுக. பாறைகளை ஒரு துணியில் சுற்றிக் கொண்டு அவற்றை ஒரு பெரிய பாறையின்மீது வைத்து ஒரு சுத்தியால் பலமாக அடித்துப் பாதுகாப்பான முறையில் உடைக்கலாம். துணியைச் சுற்றுதலால் சிறிய துண்டுகள் பறந்து சிதறுவதினின்றும் தவிர்க்கப் பெறும்.

5. சுண்ணும்புக் கல்லுக்குரிய சோதனை :

பாறை மாதிரிப் பொருள்களின்மீது எலுமிச்சைப்பழச் சாறு, புளிக்காடி அல்லது வேறு ஏதாவது நீர்த்த அமிலத்தை விட்டு அவற்றுள் எவை சுண்ணும்புக் கல் என்பதை நீங்கள் சோதித்திடுதல் கூடும். அவற்றுள் சுண்ணும்புக் கற்களாக இருப்பவை தம்மீது அமிலம் பட்டதும் நுரைத் தெழும்; அல்லது கொப்புளங்களை விடும். இங்ஙனம் கொப்புளங்களை வெளிவிடுதல் கரியமில வாயுவால் நேரிடுகின்றது; சுண்ணும்புக் கல் அமிலத்துடன் சேருங்கால் இக் கரியமில வாயு வெளிவிடப்பெறுகின்றது. சுண்ணும்புக் கல்லினின்றும் உருமாறி உண்டான பாறையான சலவைக் கல்லும் இச் சோதனைக்குத் துலங்கும்.

6. உடைந்த பாறைகளைப் பெருக்காடியால் ஆராய்தல் :

புதிதாக உடைந்த பாறைகளை ஒரு பெருக்காடியினைக் கொண்டு ஆய்ந்து பல்வேறுபட்ட தாதுப் பொருள்களின் படிகங்களைக் கண்டறிய முயலுக. பல்வேறுபட்ட தாதுப் பொருள்களின் படிகங்கள் பருமன், வடிவம், வண்ணம் இவற்றில் தம்முள் வேறுபடும்.

7. ஒரு பெருக்காடியினைக்கொண்டு மணலைச் சோதித்தல் :

ஒரு சிறிய அளவு மணலை ஒரு பெருக்காடியினைக் கொண்டு அல்லது நுண்பெருக்கி (microscope) கிடைத்தால் அதன்கீழ் வைத்துச் சோதித்திடுக. கிட்டத்தட்ட நிறமற்றவையாகவுள்ள படிகங்கள் பூமியில் எங்கும் சாதாரணமாகக் காணப்பெறும் 'குவார்ட்டுசு' என்று வழங்கப்பெறும் தாதுப்பொருளின் படிகங்களாகும். வேறு தாதுப்பொருள்களின் படிகங்களும் மணலில் காணப் பெறும். வேறு ஏதாவது படிகங்களைக் கண்டறிய முடிகின்றதா என்பதையும் காணுங்கள்.

8. 'பாறை', 'தாதுப்பொருள்' இவற்றின் பொருள் :

சேகரஞ் செய்யப்பெற்ற சோதனைப் பொருள்களை ஆராய்வதன் மூலமாகவே இந்த இரண்டு துறைச் சொற்களின் (terms) பொருளை விரிவுபடுத்துக. ஒரு பாறை பூமியில் பேரளவுகளில் காணப்பெற்றால் அது வழக்கமாக தாதுப் பொருள் என்றே வழங்கப்பெறுகின்றது. சில வகைப் பாறைகள் ஓர் ஒற்றைத் தாதுப் பொருளால் ஆக்கப் பெற்றிருப்பினும், பெரும்பாலான பாறைகள் தாதுப் பொருள்களின் கலவைகளேயாகும். பூமியில் இயற்கையாகக் காணப்பெறும் பொருளே தாதுப்பொருளாகும்; அந்தத் தாதுப் பொருள் ஒரு திட்டமான வேதியியல் இயைபினையும் (chemical composition) ஓரினத்திற்குரியனவும் தனிப்பட்ட இயல்புடையனவுமான பண்புச் சிறப்புக்களையும் பெற்றுள்ளன.

9. ஒரு கற்சுரங்கத்திற்குச் சிறுதொலைப் பயணம் :

ஆசிரியரால் கற்சுரங்கம் முன்னதாகவே பார்வையிடப் பெறுதல் வேண்டும். பாறை எவ்வாறு அகற்றப் பெறுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. பாறை படிவுப் பாறையாக இருப்பின், அடுக்குகளை உற்று நோக்குக. வகுப்பு அறைக்குத் திரும்பவும் கொண்டு சென்று ஆராய்வதற்காகப் பாறை மாதிரிகளைச் சேகரஞ் செய்க. ஏதாவது தாவரங்கள் அல்லது பிராணிகளின் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் இருக்கின்றனவா என்பதைக் கவனமாக நோக்குக. திறந்த வெளியில் வெட்டப்பெற்ற அல்லது பிதுக்கமாகவுள்ள பாறை யொன்றினுக்கோ அல்லது அண்மையில் ஒரு நிலக்கரிச் சுரங்கம் இருப்பின் அதற்கோ, ஒரு சிறு தொலைப் பயணம் திட்டமிடப் பெறலாம்.

10. பாறையையும் தாதுப் பொருள்களையும் சட்டத்தில் ஏற்றி யமைத்தல் :

பாரிஸ் காரையினைக் கொண்டு ஓர் அடித்தளத்தை அமைத்து அதில் பாறைகள், தாதுப் பொருள்கள் இவற்றின் மாதிரிகள் சேகரஞ் செய்வதற்காக ஒழுங்கான முறையில் ஏற்றி வைக்கப் பெறலாம். வெள்ளைத் தூள் நீருடன் கலக்கப் பெற்று ஒரு கெட்டியான கூழாகச் செய்யப்பெறுகின்றது. இந்தப் பசை கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. ஆழ முள்ளதும் அரக்குத் தாள் உள்ளமைத்தோ அல்லது கொழுப்பு எண்ணெய்ப் பசை உள்ளே தடவப்பெற்றோ உள்ளதுமான ஒரு தகரக் குவளையின்மீது வைக்கப்பெறுகின்றது. இந்தப் பசை இறுகுவதற்கு முன்னர்ச் சிறிய பாறை அல்லது தாதுவின் மாதிரிப் பொருள் அதன் மேற்பரப்பின்மீது போதுமான அளவு அமுக்கப் பெறுகின்றது; இதனால் அஃது உறுதியாகப் பற்றப்பெறுவதுடன் நன்றாகப் பார்க்கப்பெறுவதற்கும் ஏற்றதாக அமைகின்றது. பொருளின் பெயர் வெள்ளையான அடித்தளத்தின்மீது அச்சிடப் பெற்று அதன் பிறகு அந்த அடித்தளம் தெளிவான அரக்கு அல்லது மினுக்கெண்ணெயால் பூசப்பெறலாம்.

B. செயற்கையான பாறைகள்

1. சிமைக்காரையும் சிமைக்காரைக் கட்டும் :

ஒரு சிறிய பை போர்ட்லாந்து சிமைக் காரையைக் (cement) கைவசப் படுத்துக. மாணக்கர்களைக்கொண்டு அதனை நீருடன் கலக்கச் செய்து அக்கலவையைத் தகரக் குவளை மூடிகள், காகிதக் கிண்ணங்கள், அல்லது சிறிய பசைப் பலகைப் பெட்டிகள் இவற்றில் அது கெட்டியாகும் வரையில் போட்டு வைத்திடுக. அதனுடைய தோற்றத்தையும் அதனுடைய பண்புகளையும் ஆராய்க. ஒரு துண்டு சிமைக்காரையை உடைத்து அதனை ஆராய்க. உலர்ந்த சிமைக் காரையை அதுபோல் இரண்டு மடங்கு அளவுள்ள மணல் அல்லது சரளைக் கற்களுடன் கலந்திடுக. இது சிமைக்காரைக் கட்டு (concrete) ஆகின்றது. நீரைச் சேர்த்து அதனை மிக நன்றாகக் கலந்த பிறகு, அதனை வார்ப்பட

அச்சுக்களில் (moulds) வைத்திடுக. இவற்றைப் பல நாட்கள் அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. மீண்டும் இந்த மாதிரிப் பொருள்களின் தோற்றத்தையும் சிறப்பியல்புகளையும் ஆராய்க.

2. பாரிஸ் காரை :

சிறிதளவு பாரிஸ் காரையைக் கைவசப் படுத்துக; அதில் ஒரு சிறு பகுதியை நீருடன் கலந்திடுக. அவை கலக்கப்பெறுங்கால் வேகமாகச் செயற்படுதல் வேண்டும்; இல்லையாயின் அது கெட்டியாய் விடும். இந்தக் கலவையை வார்ப்பு அச்சுக்களில் வைத்திடுக; அது மிகக் கெட்டியாகும் வரையில் அப்படியே உறையட்டும். இந்த மாதிரிப் பொருள்களின் தோற்றத்தையும் பண்புகளையும் ஆராய்க.

3. கட்டடப் பொருள்களைச் சேகரித்தல் :

உங்களுடைய ஊர்ப்புறத்தில் கிடைக்கக் கூடிய சலவைக் கல், கருங்கல், கற்பலகை, சுண்ணும்புக் கல், செங்கல், சீமைக் காரை, காரை முதலியவை போன்ற வெவ்வேறு வகைப் பொருள்கள் யாவற்றின் மாதிரிகளையும் சேகரித்திடுக. இந்த மாதிரிப் பொருள்களுடன் பொருத்தமான பெயர்ச் சீட்டுக்கள் இணைக்கப் பெற்ற பிறகு அவை உங்களுடைய சேகரித்த தொகுதியுடன் சேர்க்கப் பெறலாம்.

C. தனிமங்களும் கூட்டுப்பொருள்களும்

1. தனிமங்களின் தொகுதி :

தனிமங்களின் பட்டியல் ஒன்றினை வாங்கி உங்களால் எவ்வளவு முடியுமோ அவ்வளவு எண்ணிக்கைப் பொருள்களின் மாதிரிகளைத் திரட்டுக. இங்குக் கூறப்பெறும் பொருள்களின் மாதிரிகளை நீங்கள் அடைதல் கூடும்: இரும்பு, அலுமினியம், துத்தநாகம், வெள்ளீயம், தாமிரம், காரீயம், பொன் (தங்கம்), வெள்ளி, பாதரசம், கந்தகம் ஆகியவை. பின்னிணைப்பு 3-ஐப் பார்க்க.

2. சாதாரண வேதியியற் கூட்டுப்பொருள்களின் தொகுதி :

உங்களால் எவ்வளவு முடியுமோ அவ்வளவு எண்ணிக்கை சாதாரண வேதியியற் கூட்டுப் பொருள்களின் மாதிரிகளைத் திரட்டுக. அடியிற் கண்டவற்றைக் கருத்தேற்றங்களாகக் கொள்க: சோற்றுப்பு, சருக்கரை, மாவுப்பொருள், சோடா, தாமிர சல்ஃபேட்டு, சலவைச் சுண்ணும்பு, பாரிஸ் காரை, இரப்பர், கம்பளம், பஞ்சு முதலியவை.

D. ஒரு மாதிரி - எரிமலையை அமைத்தல்

ஒரு வேதியியற் பொருட்சாலையினின்றும் 500 கிராம் அம்மோனியம் பைக்குரோமேட்டு, 125 கிராம் மெக்னீஷியம் தூள், 30 கிராம் மெக்னீஷியம் நாடா ஆகியவற்றைக் கைவசப் படுத்துக. இந்தப் பொருள்களின் மொத்த விலை கிட்டத்தட்ட ரூ. 12-00 ஆகலாம்; இவை 30 விருந்து 40 வரை எண்ணிக்கையுள்ள எரிமலை வெடித்தல்களை உண்டாக்குவதற்குப் போதுமானவையாகும்.

குழந்தைகளைக்கொண்டு சிறிதளவு சாதாரணக் களிமண்ணைத் திரட்டிக் கொணர்க. ஒரு பலகையை அடித்தளமாக வைத்து களிமண்ணைக் கொண்டு 30 செ. மீ. உயரமுள்ளதும் அடித்தளத்தில் 60 செ.மீ. குறுக்களவுள்ளதுமான ஓர் எரிமலைக் கூம்பினை (cone) அமைத்திடுக. ஒரு துடைப்பக் குச்சியினைக் கூம்பின் முனையிலிருந்து 5 – 7 செ. மீ. ஆழத்திற்குச் செலுத்துக. ஒரு துண்டுக் காகிதத்தில் கூம்பிலுள்ள துளை கிட்டத்தட்ட இரண்டு மடங்கு நிரம்பும் அளவிற்குப் போதுமான அம்மோனியம் பைக்குரோமேட்டினைக் கொட்டுக. படிகங்களை அரைத்தல் வேண்டா. கட்டிகள்தாம் நன்கு செயற்படுகின்றன. சிறிதளவு மெக்னீஷியம் தூளை பைக்குரோமேட்டுப் படிகங்களுடன் கலந்து ஒரு பென்சிலைக் கொண்டு மிகக் கவனமாகக் கிளறி விடுக.

இக்கலவையில் கிட்டத்தட்டப் பாதி அளவினை எரிமலையின் கூம்பினுள் கொட்டுக. 7·5 செ. மீ. நீளமுள்ள மெக்னீஷியம் நாடாவினை வெட்டி அதன் ஒரு முனையைக் கூம்பிலுள்ள கலவையினுள் செலுத்துக. அதன் மற்றொரு முனை உச்சியில் ஒட்டிக் கொண்டு வெடிமருந்து வத்தியாகச் செயற்படட்டும். மெக்னீஷிய நாடாவினை ஒரு தீக்குச்சியினைக் கொண்டு தீப்பற்றச் செய்து

சற்றுப் பின்புறமாக விலகி நிற்க. முதல் தடவையில் திடீரென வெடித்தல் நிகழாவிடில் ஒரு சில விநாடிகள் காத்திருந்து வேறொரு வத்தியை நுழைத்து மீண்டும் ஒரு முறை முயலுக. திடீர் வெடித்தல் நிகழ்ந்த பிறகு, ஆனால் கூம்பினுள் எஞ்சிக் கிடக்கும் பொருள் இன்னும் சூடாக இருக்கும்பொழுதே, கலவையின் எஞ்சியுள்ள பகுதியையும் கொட்டுக; இப்பொழுது நீங்கள் இரண்டாவது வெடித்தல் நிகழக் காண்பீர்கள்.

E. மண்

1. மண் வகைகள் :

எவ்வளவு இயலுமோ அவ்வளவு எண்ணிக்கை இடங்களில் மண்வகை மாதிரிகளைக் கைவசப்படுத்தி அவைகளைக் கண்ணாடிச் சாடிகளில் போடுக. மணல் கலப்பு மண், குறுமண், களிக்கலப்பு மண், அழுகின பொருளை அதிகமாகக்கொண்ட மண் (humus) இவற்றிற்கு எடுத்துக்காட்டுக்களாக மாதிரிகளை அடைய முயலுக. மாணுக்கர்களை இந்த மாதிரிப் பொருள்களை ஆராயச் செய்க; ஒவ்வொரு மாதிரியினின்றும் சிறு துணுக்குகளை எடுத்து பெருக்காடியைக் கொண்டு சோதித்திடுக.

2. மண் துகள்களில் வேறுபாடுகளைக் காட்டுதல் :

சுமார் அரை காலன் அல்லது இரண்டு லிட்டர் நீர் கொள்ளக்கூடிய சில கண்ணாடிச் சாடிகளைக் கைவசப் படுத்துக. ஒரு சாடியில் கை நிறையும் அளவுக்கு மண்ணை வாரிப் பல முறை போடுக. அந்தச் சாடியை நீரால் நிரப்பி அதன் பிறகு நீரில் உள்ள மண்ணை நன்ருகக் கலக்குக. அந்தச் சாடி பல மணி நேரம் அப்படியே இருக்கட்டும். மிகப் பளுவான துகள்கள் முதலிலும், மிக இலேசாகவுள்ள துகள்கள் இறுதியிலுமாகப் படியும். படிந்த பிறகு சாடியிலுள்ள மண் அடுக்குகள் மண் துகள்களின் சாடிகளின் எடை யொழுங்குப்படி அமைந்திருக்கும். ஒரு குழலைக் கொண்டு சாடியிலுள்ள நீரை வடிகுழாய் முறையில் (siphon) அகற்றுக. அடுத்த படியாக ஒவ்வொரு அடுக்கினின்றும் ஒரு சிறு மாதிரியை எடுத்து ஒரு பெருக்காடியினைக் கொண்டு சோதித்திடுக.

3. மண், காற்றினைக் கொண்டிருப்பதைக் காட்டுதல் :

சிறிதளவு மண்ணை ஒரு கண்ணாடிச் சாடியில் அல்லது புட்டியில் போடுக; அதன்மீது மெதுவாக நீரை ஊற்றுக. மண்ணினின்றும் காற்றுக் குமிழிகள் நீரின்மூலம் எழுவதைக் கூர்ந்து நோக்குக.

4. பாறைகளினின்றும் மண் எங்ஙனம் உண்டாகின்றது என்பதைக் காட்டுதல் :

ஒரு கண்ணாடித் துண்டினை ஒரு சுவாலையில் கவனமாகச் சூடாக்குக; அதன் பிறகு அதனை குளிர்ந்த நீரினுள் திடீரென அமிழ்த்துக. திடீரென்று கண்ணாடி குளிர்வது கண்ணாடியை ஒழுங்கற்ற முறையில் சுருங்கச் செய்கின்றது; உடனே அது வெடிக்கின்றது. சில பாறைகளை நெருப்பில் போட்டு மிக அதிகமாகச் சூடாக்கி, அதன் பின்பு அவற்றின்மீது குளிர்ந்த நீரை ஊற்றுக. பெரும்பாலும் பாறைகள் சூடாக்கும்பொழுதும் குளிரும்பொழுதும் உடைகின்றன. வெப்ப வேறுபாடுகளின் காரணமாக பாறைகள் உடைவது மண் உண்டாகும் நிலைகளில் ஒரு நிலையாகும்.

5. ஓடைகளைக் கலங்கலாகக் காணப்படச் செய்வது எது ?

பலமாக மழை பெய்த பிறகு மாணுக்கர்களைக் கொண்டு ஓடும் கலங்கல் நீரைக் கண்ணாடிச் சாடிகளில் நிரப்புக. வண்டல்கள் நன்கு படியும்வரை அந்த நீர் பல மணி நேரம் அப்படியே இருக்கட்டும்; மாணுக்கர்களை இதனை உற்று நோக்கச் செய்யலாம்.

6. பாறைகளினின்றும் மண்ணை ஆக்குதல் :

உங்களூர்ப் பகுதிகளில் களிமண் பாறை அல்லது வெயில் மழையில் அடிபட்ட சுண்ணாம்புக் கல் போன்ற மென் பாறைகளைக் கண்டறிக. அவற்றை வகுப்பறைக்குக் கொணர்ந்து மாணுக்கர்களைக்கொண்டு நசுக்கி நன்ருக அரைத்துச் சிறு துகள்களாக்குக.

7. வளரும் பொருள்களின்மீது மண்ணின் விளைவு :

ஒரு பூந்தோட்டம் அல்லது காய்கறித் தோட்டம், ஒரு காடு, நிலவறை தோண்டப் பெற்றுள்ள ஓர் இடம், ஒரு மணற்பாங்கான இடம், ஒரு களிமண் கரை முதலிய இடங்களினின்றும் வளமான மாதிரி மண்களைப் பெறுக. இந்த

மாதிரி மண்களைத் தனித்தனியான பூஞ்சட்டிகள் அல்லது கண்ணாடிச் சாடிகளில் போடுக. ஒவ்வொரு வகை மண்ணிலும் விதைகளை நட்டு ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒரே அளவு நீர் ஊற்றுக. எந்த வகை மண்ணில் விதைகள் முதலில் முளைவிடுகின்றன என்பதை உற்று நோக்குக. இந்தச் செடிகள் வளரத் தொடங்கியதும், அவை மிக நன்முக வளரும் மாதிரி மண்ணை உற்று நோக்குக.

8. மண் நீரினைக் கொண்டிருக்கலாம் எனக் காட்டுதல் :

சிறிதளவு மண்ணை ஒரு மெல்லிய கண்ணாடித் தட்டில் வைத்து அதனை எச்சரிக்கையுடன் ஒரு சிறிய சுவாலையில் சூடாக்குக. அதனை ஒரு கண்ணாடிச் சாடியால் மூடுக; குளிர்ந்த அதன் பக்கங்களில் நீர்த்துளிகள் காணப்பெறுவது உற்றுநோக்கப் பெறலாம்.

9. மேல்மண்ணுக்கும் அடிமண்ணுக்கும் இடையேயுள்ள வள வேற்றுமையை ஆராய்தல் :

ஒரு பூந்தோட்டத்திலிருந்து நல்ல மேல் மண்ணின் மாதிரியைக் கைவசப்படுத்துக. அங்குக் கிட்டத்தட்ட 50 செ. மீ. ஆழத்தில் மற்றொரு மாதிரி மண்ணைக் கைவசப் படுத்துக. இந்த மாதிரி மண்களைத் தனித்தனிப் பூஞ்சட்டிகளில் போட்டு ஒவ்வொன்றிலும் விதைகளை நடுக. ஒவ்வொரு மாதிரிக்கும் நீரின் அளவு, வெப்ப அளவு, ஒளியின் அளவு இவை சமமாக இருக்குமாறு செய்க. எந்த மண் வளமான தாவரங்களைத் தருகின்றது என்பதைக் காண்க.

10. பருப்பு வகைத் தாவரங்களின் வேர்களில் நைட்டிரஜனைக் கவரும் பாக்டீரியா முடிப்புக்களின் இருப்பினைக் காட்டுதல் :

மணப்புல், ஆல்ஃபால்ஃபா, மொச்சை வகைகள், பட்டாணி வகைகள் முதலிய சில பருப்பு வகைத் தாவரங்களைப் பாதுகாப்பாக மண்வெட்டியால் தோண்டி எடுத்திடுக. நீரால் கழுவி வேர்களினின்றும் மண்ணினை அகற்றுக. சிறிய வெள்ளை முட்டுகள் அல்லது முடிப்புக்கள் வேர்களிலிருப்பதை உற்று நோக்குக. நைட்டிரஜனைக் கவரும் பாக்டீரியா இந்த முடிப்புக்களினுள் உள்ளன. இந்தப் பாக்டீரியா காற்றினின்றும் நைட்டிரஜனை அகற்றி தாவரங்கள் மண்ணின்றும் அதனை அடைவதற்குத் துணையாக இருக்கக்கூடிய உருவத்தில் நிலைநிறுத்துகின்றது.

11. நீர் எவ்வாறு தந்துகித் தன்மையால் (capillarity) மேலேறுகின்றது என்பதைக் காட்டுதல் :

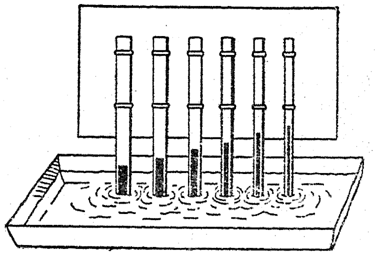
ஓர் ஆழமற்ற தட்டிலுள்ள நீரை மையினால் நிறமூட்டி ஒரு மையொற்றுத் தாளைக்கொண்டு நீரின் மேற்பரப்பைத் தொடுக. மையொற்றுத் தாளில் நீர் எங்ஙனம் மேலேறுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

ஒரு சருக்கரைக் கட்டியைக்கொண்டு நீரின் மேற்பரப்பினைத் தொட்டு நீர் எங்ஙனம் மேலேறுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

ஒரு விளக்குத் திரியை நீரில் வைத்து உற்று நோக்குக.

12. மெல்லிய குழல்களில் எங்ஙனம் நீர் மேலேறுகின்றது என்பதைக் காட்டுதல் :

கண்ணாடிக் குழலை ஒரு சுவாலையில் சூடாக்கி அதனை இழுத்துப் பல மயிர் போன்ற, அல்லது நுண்ணிய சில குழல்களைச் செய்திடுக. அக்குழல்களை வெட்டிக் கிட்டத்தட்ட 5 செ. மீ. நீளம் ஓரத்திற்குக் கீழ் நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறு ஓர் அட்டைத் துண்டில் ஒட்டுக. இந்தக்



குழல்களின் நுனிகளை நிறமூட்டப்பெற்ற நீரில் வைத்து தந்துகிக் கவர்ச்சியின் விசை எங்ஙனம் நீர் மேலேறுவதற்குக் காரணமாகின்றது என்பதை உற்று நோக்குக.

13. எங்ஙனம் நீர் வெவ்வேறு வகை மண்களில் மேலேறுகின்றது என்பதைக் காட்டுதல் :

வரிசையாகப் பல விளக்குக் கண்ணாடிகளில் (lamp chimneys) அவை ஒவ்வொன்றின் முனையிலும் ஒரு துணியைக் கட்டிய பிறகு 15 செ. மீ. அளவு வெவ்வேறு வகை மண்களைப் போடுக. மணல், கலப்பு மண் (loam), மென் சரளை மண், களிமண் முதலியவை போன்ற மண் வகைகள் பயன்படுத்தப்பெறலாம். அடுத்து

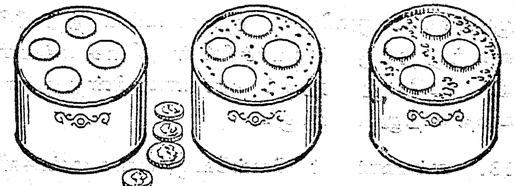
விளக்குக் கண்ணாடிகளை 3 செ. மீ. நீரைக் கொண்டுள்ள ஒரு தட்டில் நிற்குமாறு செய்க. தந்துகித் தன்மையின் காரணமாக எந்த வகை மண்ணில் நீர் மிக அதிகமாக மேலேறுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. தெளிவான பிளாஸ்டிக்காலான நீர் பருகும் வைக்கோல் புற்குழல்களும் இச்சோதனைகளில் பயன்படுத்தப் பெறலாம்.

14. எந்த வகை மண் நீரை மிக நன்ருகப் பற்றிக் கொள்ளுகின்றது என்பதைக் காட்டுதல் :

பல விளக்குக் கண்ணாடிகளின் ஒவ்வொரு முனையிலும் துணியைக் கட்டி ஒவ்வொன்றையும் 8 செ. மீ. உயரத்திற்குப் பல்வேறு மண் வகைகளால் நிரப்புக. மணல், களிமண், கலப்பு மண், காட்டிலுள்ள மண் இவற்றைப் பயன்படுத்துக. ஒவ்வொரு கண்ணாடியின் கீழும் ஒழுகிவரும் நீரினைப் பிடிப்பதற்காகச் சிறு தட்டுக்களை வைத்திடுக. அடுத்து நீர் ஒழுகி ஓடும் வரையில் ஒவ்வொரு கண்ணாடியிலும் அளவிடப் பெற்ற நீரினை ஊற்றுக. நீர் ஒழுகி ஓடாமல் பெரும்பான்மையான நீர் ஊற்றப் பெறக்கூடிய மண் வகையை உற்று நோக்குக.

15. தளர்ச்சியான மண்ணில் மழையின் விளைவு :

ஒரு சுத்தியையும் ஒரு சிறு ஆணியையும் கொண்டு ஒரு தகரக் குவளையின் அடியில் துளைகளையிட்டு ஒரு நீர் தெளிக்கும் குவளையை இயற்றுக. பல பூஞ்சட்டிகள் அல்லது குவளைகளைத் தளர்ச்சியான மண்ணால் (loose soil) நிரப்பி, அதை நன்ருகக் கீழ்நோக்கி அமுக்கி, விளிம்பு வரையில் மண் ஒரே மாதிரி சமமாக



உலர்ந்த மண் மென் மழையின் விளைவு வன் மழையின் விளைவு

இருக்குமாறு செய்க. சில நாணயங்கள் அல்லது புட்டி மூடிகளை (bottle tops) மண்ணின் மேற்பரப்பின்மீது வைத்திடுக. ஒவ்வொரு குவளையையும் ஓர் அகன்ற தட்டில் வைத்து உங்களுடைய குவளையினின்றும் நீர் தெளித்து மழை பெய்வது போல் செய்க. முதலில் இலேசாகத் தெளித்து ஒரு மென் மழையின் விளைவுகளைக் கவனித்திடுக. வன்மழையினைக் காட்டுவதற்காக நீர் தெளித்தலைத் தொடர்ந்து செய்திடுக. பாதுகாக்கப்பெருத மண் புட்டிமூடிகள், நாணயங்கள் இவற்றின் கீழ் உள்ள மண் பிழம்புகள் நீங்கலாக எவ்வாறு சிதறப்பெறுகின்றது என்பதைக் கவனமாகக் காண்க.

16. சரிவான மண்ணில் மழையின் விளைவு :

ஓர் ஆழங்குறைந்த தட்டு அல்லது பெட்டியை உறுதியாகத் திணிக்கப்பெற்ற மண்ணினுல் நிரப்புக. இந்தத் தட்டின் ஒரு பக்கம் சற்று உயரமாக இருக்குமாறு அதனை வெளியில் மழையில் வைத்திடுக. உயர்ந்த பக்கத்தினின்றும் தாழ்ந்த பக்கத்தை நோக்கி எங்ஙனம் மழைத் துளிகள் மண்ணைச் சிதறச் செய்கின்றன என்பதை உற்று நோக்குக. மழைக்குப் பதிலாக நீர் தெளிக்கும் குவளையைக் கொண்டு இதே பரிசோதனையை வீட்டினுள்ளும் செய்யலாம்.

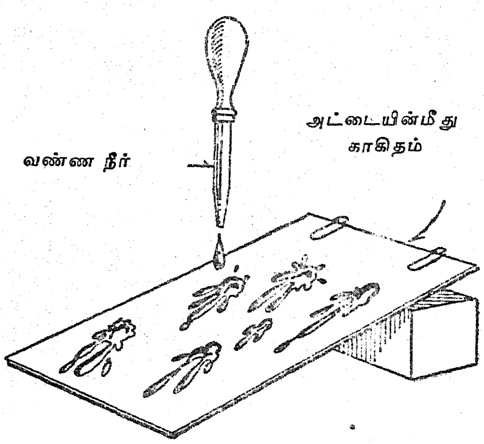
17. மண்ணின்மீது ஒரு மழைத் துளியின் தாக்குதலைக் காட்டுவது :

மண்ணினுல் நிரப்பப்பெற்ற ஒரு சாறுணும் தட்டு அல்லது சாடியை ஒரு வெள்ளைத் தாளின் மீது வைத்திடுக. மருந்து சொட்டும் கூர்நுனிக் குழல் ஒன்றினை நீரால் நிரப்பி மண்ணிற்குமேல் ஒரு மீட்டர் உயரத்தில் வைத்துக் கொள்க. தடவைக்கு ஒரு துளியாக நீரை விடுவித்துத் தாளின்மீது எவ்வளவு மண் சிதறப்பெற்றுள்ளது என்பதை உற்று நோக்குக. சாறுணும் தட்டின் கீழ் ஒரு தூய்மையான தாளினை வைத்திடுக; ஆனுல் துளி விழும் வழியில் பென்சில் போன்ற தடையொன்றினை வைத்து மழைத் துளியின் விசை சிதைந்திடுமாறு செய்க. தாவரங்கள் இம் முறையில் மண் தேயாதவாறு தடுக்கின்றனவா?

18. மண்ணின்மீது மழைத் துளிகளின் விளைவு எங்ஙனம் மாறுதலடைகின்றது :

காகிதப் பற்றிகளைக் (clips) கொண்டு ஒரு வெள்ளைத் தாளை ஒரு விறைப்பான அட்டைத் துண்டுடன் இணைத்திடுக. அதனைத் தரையில் படுக்கை வசமாகக் கிடத்துக. ஒரு மருந்து சொட்டும் கூர்நுனிக் குழலைக்கொண்டு அதன் மீது வண்ண நீரினைச் சொட்டுக. நீர்ச் சிதறல்களின் பருமனையும் வடிவத்தையும் கவனித்திடுக. இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க;

ஆனுல் இத் தடவையில் அட்டையின் ஒரு முனையை முட்டுக் கொடுத்துத் தாங்குக. நீர் சொட்டப்பெறும் உயரத்தை மாற்றியும், சாய்மானத்தை மாற்றியும், துளிகளின் பருமனை மாற்றியும் சிதறல்களின் விளைவினை ஆராய்க. மாறக்கூடிய நிலைமைகளைப் பல்வேறு முறைகளில் இணைத்து இச் சோதனையைச் செய்திடுக. ஒவ்வொரு நிலைமையிலும் ஒரு தூய்மையான தாளும் வெவ்வேறு வண்ண நீரும் பயன்படுத்தப்பெற்ருல் சோதனையின் விளைவுகளைப் பற்றிய பதிவேட்டினை வைத்துக் கொள்ளலாம்.



19. மேல் மண்ணின்மீது விழும் நீரின் விளைவு :

மலர்ச் சட்டியொன்றினை மணற் பாங்கான மண் அல்லது கலப்பு மண்ணினுல் நிரப்புக. அச் சட்டியை ஒரு மணி நேரம் அதற்குமேல் துளி துளியாகச் சொட்டும் நீர்க்குழாயின் (tap) கீழ் வைத்திடுக. விழுந்துகொண்டிருக்கும் துளிகளினுல் களிப் பகுதியும் கரிமமல்லாப் பகுதியும் எங்ஙனம் மேற்பரப்பினின்றும் அகற்றப்பெறுகின்றன என்பதை உற்றுநோக்குக.

20. பாதுகாப்பற்ற மேற்பரப்புகளின்மீது மழையின் விளைவு :

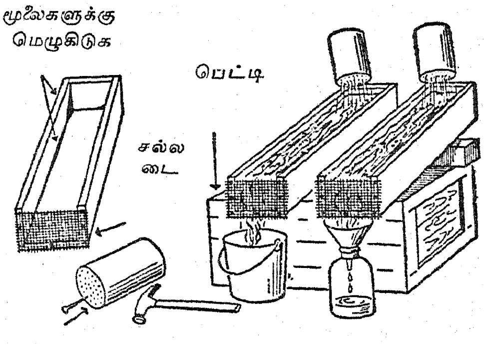
ஒரு பெட்டியில் அல்லது தட்டில் மணலும் களிமண்ணும் சேர்ந்த குவியலை உண்டாக்குக. நீர்தெளிக்கும் குவளையினின்றும் அக் குவியலின் உச்சியின் அருகில் மெதுவாக நீரினைத் தெளித்திடுக. ஓடும் நீர் பாறைத் துகள்களைக் கொண்டு சென்று குவியலின் அடிமட்டத்தின் அருகில் வைக்கின்ற முறையினைக் கவனித்திடுக.

21. ஓடும் நீர் மண்ணை எங்ஙனம் தேய்த்துச் செல்லுகின்றது :

கீழ்க்கண்ட விளக்கப் படத்தில் கண்டவாறு இரண்டு தட்டங்களை (trays) இயற்றுக. வெடிப்புக்களில் மெழுகினைத் (putty) தடவி விட்டால் அவற்றின் மூலம் நீர் ஒழுகாது. வாளிகள் அல்லது புனல்களுடன் கூடிய சாடிகள் வெளியிலோடும் நீரைச் சேகரிப் பதற்குப்பயன்படுத்தப் பெறலாம்.

(அ) ஒரு தட்டினைத் தளர்ச்சியாகவுள்ள மண்ணினுலும் மற்ருெரு தட்டினைக் கெட்டியாகத் திணிக்கப்பெற்ற மண்ணினுலும் நிரப்புக. இரண்டு தட்டுக்களையும் ஒரு பக்கத்தில் சிறிதளவு சாய்ந்த நிலையில் வைத்து, ஒரு தெளிக்கும் குவளையினைக் கொண்டு ஒரே அளவு நீரினை ஊற்றுக. எந்த மண் அதிக வேகமாக நகர்த்தப் பெறுகின்றது என்பதையும் வெளியிலோடும் நீரின் இயல்பினையும் உற்றுநோக்குக.

(ஆ) இரண்டு தட்டங்களையும் மண்ணினுல் நிரப்புக; ஆனுல் ஒன்றினைப் புல்லுடன் சேர்ந்த மண்ணினுல் (sod) மூடுக. முன்னர்க் கூறப்பெற்றது போலவே இரண்டிலும் நீரினை ஊற்றுக; இரண்டிலும் அரிமானத்தையும் (erosion) வெளியிலோடும் நீரினையும் உற்றுநோக்குக.



(இ) இரண்டு தட்டங்களையும் மண்ணினுல் நிரப்புக; ஆனுல் ஒன்றிற்கு மற்ருென்றைவிட அதிகச் சாய்மானத்தைத் தருக. முன்னர்ச் சொல்லியவாறே நீரை ஊற்றி உற்றுநோக்குக.

22. மேல் மண்ணின் அரிமானத்தை எங்ஙனம் தடுப்பது ?

மேற்கூறிய அநுபவத்திற்காக இயற்றப்பெற்ற தட்டங்களையே பயன்படுத்துக.

(அ) தளர்ச்சியாகவுள்ள மண்ணினைக் கொண்டு தட்டங்களை நிரப்புக; ஒவ்வொன்றையும் ஒரே அளவுக்குச் சாய்த்திடுக. ஒரு தட்டத்தில் மேலும் கீழுமாகவும் மற்றொரு தட்டத்தில் குறுக்காகவும் ஒரு குச்சியைச் செலுத்தி வரிபோன்ற பள்ளங்களைச் (furrows) செய்திடுக. ஒவ்வொன்றிலும் ஒரே அளவு நீரினைத் தெளித்திடுக. ஒவ்வொன்றிலும் அரிமானத்தையும் வெளியிலோடும் நீரினையும் உற்று நோக்குக.

(ஆ) மீண்டும் தட்டங்களைத் தளர்ச்சியாகவுள்ள மண்ணினால் நிரப்புக. ஓடும் நீரினின்றும் நன்றாகத் தெரியுமாறு அருவியால் தோண்டப்பெற்ற பள்ளங்கள் (gulleys) உண்டாகும்வரையிலும் அவற்றில் நீரினை ஊற்றுக. இப்பொழுது அருவியால் தோண்டப்பெற்ற பள்ளங்களில் இடம் விட்டு இடம் விட்டு சிறிய கற்களையும் சுள்ளிகளையும் (twigs) கொண்டு தடைசெய்திடுக. மீண்டும் நீரை ஊற்றி பள்ளங்களில் தடை அமைத்ததனால் ஏற்பட்ட விளைவினை உற்றுநோக்குக.

23. அரிமானத்தை ஆராய ஒரு சிறு தொலைப் பயணம் :

உங்களுடைய ஊர்ப்புறத்தில் ஓடும் நீர் அருவியால் தோண்டப் பெற்ற பள்ளங்களை உண்டாக்கிச் சேதப்படுத்திய ஏதாவது ஓர் இடத்தைக் கண்டுபிடித்திடுக. அரிமானத்தை ஆராய்வதற்கு வகுப்பினையே அங்குக் கொண்டு செல்க. ஏன் அஃது உண்டானது? அஃது எங்ஙனம் தடுக்கப் பெற்றிருந்திருக்கலாம்? இனியும் என்ன செய்தல் கூடும்?

24. பள்ளிக் களங்களின் பாதுகாப்பு :

கிட்டத்தட்ட ஒவ்வொரு பள்ளியின் தோட்டத்திலும் ஓடும் நீர் உண்டாக்கிய சேதத்தினைக் கொண்ட ஏதாவது ஓர் இடம் இருக்கத்தான் செய்யும். அத்தகைய அரிமானத்தைத் தடுப்பதற்கான செயல்முறைத் திட்டம் ஒன்றைத் தீர்மானிப்பதற்காக வகுப்பின் ஒத்துழைப்பினைப் பெறுக; அதன் பிறகு வகுப்பு மாணாக்கர்கள் யாவரும் அச் செயல்முறைத் திட்டத்தைச் செயற்படுத்தட்டும்.

F. தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள்

1. தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளை எங்குக் காணலாம்?

சில ஊர்ப்பகுதிகளில் கற் சுரங்கங்களில் அல்லது மேற்பரப்பின்மீது பாறைகள் காணப் பெறும் இடங்களில் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் காணப்பெறலாம். சமூகத்தில் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளைப்பற்றித் தெரிந்த ஒருவரைக் கண்டறிய முயலுக; அப்பதிவுகளுள் சிலவற்றைச் சேகரஞ் செய்வதற்கு வகுப்புடன் ஒரு சிறு தொலைப் பயணத்தை மேற்கொள்ளத் திட்டமிடுக.

மென்மையான நிலக்கரி அல்லது புகை நிலக்கரித் (bituminous coal) துண்டுகளை உடைப்பதாலும் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் பெரும்பாலும் காணப்பெறலாம். நிலக்கரிக் கட்டிகளைக் கவனமாக உடைத்து உடைபட்ட மேற்பரப்புக்களில் இலைகள், பெரணிகள் (ferns) இவற்றின் பதிப்புக்கள் உள்ளனவா என்று பரிசோதித்திடுக.

நீங்கள் வாழும் இடங்களில் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் இராவிடில், அரசாங்க அல்லது தேசியப் பொருட் காட்சி நிலையங்களினின்றும் (museums) ஒரு சிலவற்றை அனுப்புமாறு கேட்க அதன் பொறுப்பாளர்களை நாடவேண்டியதுதான். அரசாங்கப் பொருட்காட்சி நிலையம் அல்லது தேசியப் பொருட்காட்சி நிலையத்திற்கு எழுதும் கடிதம் பயனளிக்கக்கூடியதாக இருக்கலாம்.

2. தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் எங்ஙனம் உண்டாயின?

ஓர் இலையைக் களிம்பு நெய்யினால் (vaseline) மூடி அதனை ஒரு கண்ணாடித் தகடு அல்லது வேறு மழமழப்பான மேற்பரப்பின்மீது வைத்திடுக. ஒரு வட்டமான துண்டுத் தாள் அல்லது அட்டையை இலையைச் சுற்றிலும் இருக்குமாறு வைத்திடுக. உருவங்கள் அமைத்திடும் களிமண்ணை அட்டைத் துண்டில் அமுக்கி அதனை உறுதியாகப் பற்றுமாறு செய்க. சிறிதளவு பாரிஸ் காரையைக் கலந்து அதனை இலையின் மீது ஊற்றுக. பாரிஸ் காரை கெட்டியானதும், நீங்கள் இலையை அகற்றிவிடலாம்; நீங்கள் இப்பொழுது மிக நேர்த்தியான இலை அச்சினை அடைவீர்கள். இம் முறையில்தான் சில தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் உண்டாயின; அஃதாவது, முதலில் வண்டல் அவற்றின்மீது படிந்து பின்னர் அது படிவுப் பாறையாக இறுகிப்போய் அவை உண்டாயின. எண்ணெய்ப் பசை தடவிய மீன் ஓடு (clam) அல்லது கிளிஞ்சல் ஓட்டினைப்

பயன்படுத்தி அச்சினை உண்டாக்குவதற்கு இந்த அநுபவத்தைத் திரும்பவும் அடைக.

3. தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளை சட்டத்தில் ஏற்றுவது எப்படி ?

தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் ஏராளமாகவுள்ள ஊர்ப் பகுதியில் நீங்கள் வாழும்படி நேரிட்டால் மாணுக்கர்களைப் பள்ளிப் பொருட் காட்சிச் சாலை நிலையத்திற்காகத் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகளைச் சேகரஞ் செய்யுமாறு செய்வது மிகவும் கவர்ச்சிகரமான செயலாகும்.

இந்த இயலின் பகுதி-A 10-இல் பாறைகளையும் தாதுப்பொருள்களையும் பெட்டியில் ஏற்றும் முறைபற்றிக் கூறப்பெற்றுள்ள குறிப்புக்களையொட்டித் தொல்லுயிர்ப் பதிவுகள் பாரிஸ் காரையில் மிக அழகாக அமைக்கப்பெறுகின்றன.

இயல் 6

வானநூல்பற்றிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

தொடக்கநிலைப் பள்ளியிலுள்ள பிள்ளைகட்கும் பொது அறிவியலைப் பயிலும் இளைஞர்கட்கும் வானநூல் எப்பொழுதும் கவர்ச்சிகரமான தலைப்பாக (topic) இருந்து வருகின்றது. பல இடங்களில் வானநூல்பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துக்கள் விரித்துரைக்கும் முறையில் கற்பிக்கப்பெறுகின்றன. அஃதாவது, பிள்ளைகள் அவைகளைப்பற்றி வெறுமனே படிக்கின்றனர். இந்த இயலில் உற்றுநோக்கலிலிருந்தும் சோதனைகளினின்றும் சில கருத்துக்களை வளரச் செய்வதற்கு ஆசிரியருக்குத் துணையாக இருக்கக்கூடிய பல சோதனைகள் குறிப்பிடப்பெறுகின்றன.

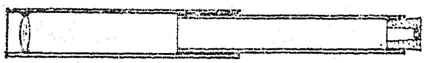
சோதனைகளைத் தரவரிசைப்படுத்த எந்த விதமான முயற்சியும் செய்யப்பெறவில்லை. அதற்குப் பதிலாகக் கற்பிக்கப்பெறும் தலைப்புக்களுக்கு மிகவும் பொருத்தமாகத் தோன்றக்கூடிய சோதனைகளை ஆசிரியர்கள் தேர்ந்தெடுத்துக்கொள்ளுகின்றனர் என்று மட்டிலும் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ளது.

A. விண்மீன்களை உற்றுநோக்கல்

1. ஓர் எளிய ஒளிவிலகு முறைத் (Refracting) தொலை நோக்கியை அமைத்தல்:

ஓர் எளிய தொலைநோக்கியை அமைத்தற்கு ஒன்று மற்றொன்றின் உட்புறம் பொருந்தக் கூடிய இரண்டு அட்டைக் குழல்கள் தேவைப்படுகின்றன.

நல்ல கண்ணாடி வில்லைகள் கிடைக்கும் வரையில் திருப்திகரமான தொலை நோக்கியை அமைத்தல் இயலாது; இந்த மெய்ம்மை ஆதி காலத்துப் பரிசோதகர்களால் அப்பொழுதே கண்டறியப்பெற்றது. ஒரு நார்த்துணியைச் சோதிக்கும் கருவி (சில சமயம் அஞ்சல் தலையைப் பெருக்கிக் காட்டும் கருவிகூட) நல்ல



வில்லைகளைக் கொண்டுள்ளது; அஃதாவது அவை வண்ண உருத் திரிவின்றி இருக்குமாறு சரி செய்யப்பெற்றுள்ளன. 2 அல்லது 3 செ.மீ. குவி தூரம் உள்ள இத்தகைய ஒரு வில்லை ஒரு துளையைக் கொண்ட ஒரு தக்கையில் பொருத்தப்பெற்றால் அஃது ஒரு பொருத்தமான கண்ணருகு வில்லையாக (eye-piece) அமையும்.

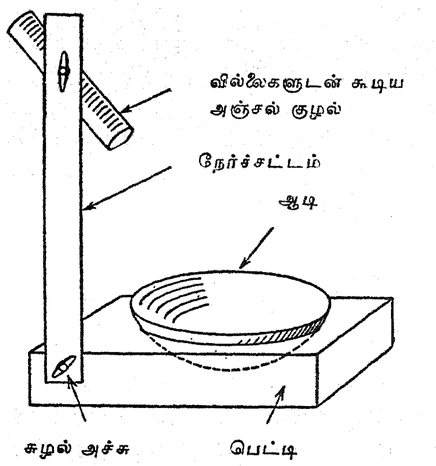
நல்ல விளைவுகள் ஏற்பட வேண்டுமாயின் பொருளருகு வில்லையும் (object glass) இதைப் போலவே வண்ண உருத் திரிபின்றி இருக்குமாறு சரிசெய்யப்பெறுதல் மிகவும் இன்றியமையாதது. 25 அல்லது 30 செ. மீ. குவி தூரமுள்ள இத்தகைய கண்ணாடி ஒன்று கிடைக்குமாயின் அஃது அகலமான அட்டைப் பெட்டியில் பிளாஸ்டிக் கோந்தினால் (plasticine) பொருத்தப்பெறுதல் வேண்டும். இரண்டு வில்லைகளும் ஒரே வடிவ கணித அச்சில் (geometrical axis) அமைவதற்கு ஒரு சிறிது ஒழுங்குசெய்து சரிப்படுத்துதல் தேவைப்படுகின்றது. இது நிறைவேற்றப்பெற்றுக் குழலை நழுவச் செய்து குவியம் செய்யப் பெற்றதும் கலிலியோ செய்த எல்லாக் கண்டுபிடிப்புக்களுக்கும் காரணமாக இருந்த கருவியைவிட இது மிக உயர்ந்த ஒரு கருவியாகின்றது.

இந்த ஆய்கருவியினைக் (apparatus) கொண்டு வியாழனின் சந்திரன்கள் மிக இலகுவாக உற்று நோக்கப்பெறுகின்றன.

ஆனால், சனியின் வளையங்களை அங்ஙனம் காண முடிவதில்லை.

2. ஓர் ஒளித் திருப்ப முறைத் தொலை நோக்கியை அமைத்தல்:

ஒரு சவர ஆடியினின்றும் அடைந்த குழிவான ஆடியினைக்கொண்டு ஓர் எளிய ஒளித் திருப்ப முறைத் தொலை நோக்கி (reflecting telescope) அமைக்கப்பெறுதல் கூடும். வெவ்வேறு கோணங்களுக்குச் சாய்க்கக்கூடியவாறு இந்த ஆடி ஒரு பொருத்தமான அளவுள்ள மரப் பெட்டியில் அமைக்கப் பெறுகின்றது. மரத்தினால் செய்யப்பெற்ற ஒரு நேர்ச்சட்டம் அப் பெட்டியுடன் பொருத்தப்பெறுகின்றது; இதன் கோணமும் மாற்றப்பெறக் கூடியதாக உள்ளது. இரண்டு குறுகிய குவிய வில்லைகள் தக்கைகளில்



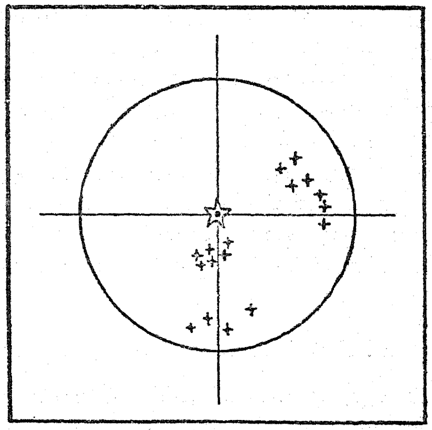
பொருத்தப்பெற்று அதன் பிறகு அத் தக்கைகள் ஒரு குறுகிய அஞ்சல் குழலில் கண்ணருகு - வில்லையாக வைக்கப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு இந்தக் கண்ணருகு-வில்லையை மரத்தாலான நேர்ச் சட்டத்தில் ஆடிக்கு அப்பால் குவி தூரத்திற்குச் சரியாக இருக்குமாறு இணைத்திடுக.

3. ஒரு நுட்பமான ஒளித் திருப்பமுறைத் தொலை நோக்கியை அமைத்தல்:

ஆடியைத் தேய்த்தல், சோதித்தல் போன்ற சிக்கலான விவரங்களைச் சேர்த்தல் இந்த நூலின் நோக்கத்திற்கு முற்றிலும் அப்பாற்பட்டதாகும். எனினும், சில ஆசிரியர்கள் திறமையான மாணக்கர்களை ஒரு சிறந்த தொலை நோக்கியைச் சமைப்பதில் பங்குகொள்ளச் செய்ய விரும்பலாம். ஆகவே, 'பொழுதுபோக்காகத் தொலை நோக்கியைச் செய்தல்' (Amateur Telescope Making) என்ற மிகச் சிறந்த நூலின்மீது கவனம் திருப்பப் பெறுகின்றது. இந்த நூலை வெளி யிட்டவர்கள் (The Scientific American Publishing Co., New York City, N.Y.) ஆவர்.

4. முதன்மையான விண்மீன் மண்டலத்தைப் புரிந்துகொள்ளக் கற்றலும் விண்மீன் படத்தை ஆக்கலும்:

இஃது ஒரு வசதியான வீட்டு வேலையாகும்; இஃது ஒரு முழு மதிய நாளின் அண்மையில் மிகச் சிறந்த முறையில் செய்யப்பெறுகின்றது. அப்பொழுது மதியின் ஒளி நல்ல விண்மீன் காட்சியுடன் தலையிடுவதில்லை. துருவ விண்மீன் முதலில் அடையாளம் காணப்பெறுதல் வேண்டும்; ஒரு சில விண்மீன் மண்டலங்கள் வடிவில் குண்டூசித் துளைகள் செய்யப்பெற்ற தவிட்டு நிறத் தாள் ஒன்றினை வெளியில் எடுத்துச் செல்லுதல் துணையயக்கும். ஏதாவது ஓர் ஒளிக்கு நேராக இத்தாள் வைக்கப் பெற்றால் குண்டூசித் துளைகள் கண்ணுக்கு நன்கு புலனாகும்; அத்தகைய மாதிரியாகவுள்ள விண்மீன் கோலம் அடையாளம் காணப்பெறும் வரையில் அத்தாள் சுழலச் செய்யப்பெறுதல் கூடும். நடுவில் துருவ விண்மீனுடன் கூடிய ஒரு விண்மீன் படம் விரைவில் ஆக்கப்பெறுதல் கூடும்.



தேதி——— நேரம்———

ஒரு சில விண்மீன் மண்டலங்கள் இம் முறையில் கற்றுக்கொள்ளப்பெற்றப் பிறகு, மாலையின் தொடக்கத்தில் ஒரு படத்தையும் துயிலச் செல்வதற்குச் சற்று முன்னதாக மற்றொரு படத்தையும் ஆக்குதல் அறிவூட்டத் தக்கதாகும். வெளியில் ஒரு கரும்பலகையைக் கொண்டு சென்று அதில் விண்மீன்களை உணர்த்துவதற்கு ஒளிரும் பொத்தான்களை அமைத்து விண்மீன் மண்ட

லங்களை அடையாளங் காணல் மற்ருெரு கவர்ச்சிகரமான வழியாகும்.

5. விண்மீன் 'அடிச்சுவடுகளை' (trails) ஒளிப்படமாக எடுத்தல் :

காமிராக்களை வைத்துக் கொண்டுள்ள மாணுக்கர்கள் பூமி சுழல்வதற்கேற்ப விண்மீன் சுவடுகளை ஒளிப்படமாக எடுத்தல் அவர்கட்கு ஒரு கவர்ச்சிகரமான செயலாகும். இதற்கு மதிதோன்ருத இரவு ஒன்றினைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக; தொடுவானத்தின் தடையில்லாத காட்சி இருக்கக் கூடிய இடம் ஒன்றினைக் கண்டறிக. இவ்வாறு தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற இடம் தானியங்கியின் முகப்பு ஒளி (automobile headlights) போன்ற புறம்பான ஒளியினின்றும் தொலை விலிருத்தல் வேண்டும். எவ்வளவுக்கு இயலுமோ அவ்வளவுக்குக் காமிராவைத் துருவ விண்மீனுக்கு நேராக இருக்குமாறு நிறுத்துக; அதனை ஒரு முக்காலியுடன் அல்லது மரக்கட்டைகளுடன் இணைத்து வைத்திடுக. காமிரா குவியச் செய்யப்பெறக்கூடிய வகையாக இருப்பின், வில்லையை எல்லையற்ற தூரத்திற்குப் பொருத்தி வைத்து இடைத் தகட்டினை (diaphragm) முற்றிலும் திறந்து விடுக. ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குப் பிறகு மூடி பொருத்தி வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். எல்லாம் ஆயத்தமாக இருக்கும் பொழுது மூடியைத் திறந்து அதனை ஒரு மணியிலிருந்து ஆறு மணி வரையில் திறந்த நிலையிலேயே விட்டுவிடுக. எவ்வளவுக் கெவ்வளவு நீண்ட நேரம் அது திறந்துள்ளதோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு விண்மீன் சுவடுகளும் மிக நீண்ட நிலையில் இருக்கும். பால் மண்டலத்தில் (milky way) விண்மீன்களை ஒளிப் படமாக எடுக்க முயலுக.

6. விண் மீன் மண்டல உருவம் அமைத்தல் :

பல்வேறு விண்மீன் கூட்டங்களின் வடிவங்களைப்பற்றி கற்பிப்பதற்குப் பயன் படுத்தப் பெறும் ஓர் எளிய ஏற்பாடே (device) விண்மீன் மண்டல உருவ அமைப்பு (constellations) என்பது. ஓர் அட்டைப் பெட்டி அல்லது மரப் பெட்டியினைக் கைவசப்படுத்தி அதன் ஒரு முனையை அகற்றுக. இந்தப் பெட்டியின் முனைக்குச் சரியாகப் பெரிதாகவுள்ள இருண்ட நிற அட்டைத் துண்டுகளில் பல்வேறு விண்மீன் மண்டலங்களின் உருவங்களை வரைக. விண்மீண் மண்டலங்களின் விளக்கப்படங்களில் விண்மீன்கள் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள இடங்களில் துளைகளை இடுக. பெட்டியினுள் ஒரு மின் விளக்கினை அமைத்திடுக. விளக்கு எரியும் பொழுது பல்வேறு அட்டைத் துண்டுகள் பெட்டியின் முனையின்மீது வைக்கப்பெற்ருல், விண்மீன் மண்டலங்கள் தெளிவாக பார்க்கப்பெறலாம்.

ஒரு மின் விளக்கு பொருந்தக்கூடிய பல தகரக் குவளைகளைக் கைவசப்படுத்துவது மற்ருெரு வழியாகும். பல்வேறு விண்மீன் மண்டலங்களின் விண்மீன்களை உணர்த்தக்கூடியவாறு தகரக் குவளைகளின் அடிமட்டத்தில் துளைகள் இடப்பெறுகின்றன. விளக்கு ஒரு குவளையினுள் வைக்கப்பெற்று எரியத் தொடங்கியவுடன் திறப்புக்களின் வழியாக விளக்கு தென்படுகின்றது; இப்பொழுது விண்மீன் மண்டலங்களின் உருவங்கள் பார்க்கப்பெறலாம். துரு ஏருமல் தடுப்பதற்காகக் குவளைகள் வண்ணம் பூசப் பெற்றுப் பல்லாண்டுகள் பாதுகாப்புடன் வைக்கப்பெறலாம்.

7. ஒரு குடைபோன்ற கோள்மண்டல உருவ அமைப்பினை (planetarium) எங்ஙனம் ஆக்குவது ? :

ஒரு குடை ஒரு கோளத்தின் உட்புற வடிவத்தைப் பெற்றிருப்பதால் அது வானத்தின் பகுதிகளை விளக்கிக் காட்டப் பயன்படுத்தப்பெறலாம். பெரிதாகவுள்ள ஒரு குடையை கைவசப்படுத்துக. ஒரு சீமைச் சுண்ணும்புக் கட்டியினைக்கொண்டு குடையின் உட்புறத்தில் மையத்தினை அடுத்து வடக்கு விண்மீன் அல்லது துருவ நட்சத்திரத்தை அடையாளமிடுக. ஒரு விண்மீன் படத்தைப் பயன்படுத்திப் பல்வேறு விண்மீன் மண்டலங்களுக்குரிய விண்மீன்களின் இருப்பிடங்களைச் சிலுவைக் குறிகளால் (crosses) அடையாளமிடுக. எல்லாத் துருவ விண்மீன் மண்டலங்களையும் நிரப்பிய பிறகு சிலுவைக் குறிகள் இருக்கும் இடங்களில் பசையினைக் கொண்ட பெயரொட்டிகளினின்றும் செய்யப்பெற்ற வெண்ணிற விண்மீன்களை நீங்கள் ஒட்டலாம்; அல்லது வெண்ணிற வண்ணப் பூச்சினுல் உட்புறத்தில் வண்ணப் பூச்சிடலாம். பின்னர் வெண்ணிறப் பூச்சினுல் அல்லது சீமைச் சுண்ணும்புக் கட்டியினுல் நீங்கள் புள்ளிகளிட்ட கோடுகளால் ஒரு குறிப்பிட்ட விண்மீன் மண்டலங்களின் விண்மீன்களைச் சேர்த்துக் காட்டலாம்.

B. ஞாயிறும் விண்மீன்களும்

1. இராசியின் விண்மீன் மண்டலங்களின் ஒரு கருத்துப்படம் :

இராசியின் விண்மீன் மண்டலங்கள் ஞாயிற்றின் தோற்றப் பாதையில், 16 பாகை அகலமுள்ள வளையத்தில் காணப்பெறுகின்றன. இந்த வளையம் ஒவ்வொன்றும் 30 பாகைகள் எதிர் கொள்ளுமாறு 12 பிரிவுகளாக மேலும் பகுக்கப்பெறலாம் ; இதில் ' இராசியின் அடையாளம் ' என வழங்கப்பெறும் ஒரு விண்மீண் மண்டலம் அடங்கியுள்ளது.

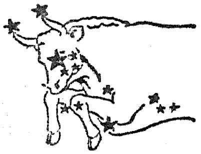
ஞாயிறு ஓராண்டின் ஒவ்வொரு திங்களிலும் எழுங்கால் அஃது இவற்றுள் ஒன்றினைத் தனக்குப் பின்னால் கொண்டுள்ளது; எடுத்துக் காட்டு: கிட்டத்தட்ட மார்ச்சு 21 இல் ஞாயிறு எழுங் காலத்தில் மேட இராசி ஞாயிற்றின் பின்புறம் உள்ளது ; ஒரு திங்கள் கழிந்த பின்னர் ஞாயிறு இடப இராசியில் எழுகின்றது.

இளவேனில்	மார்ச்சு	1 மேடம்.
அடையாளங்கள்	ஏப்ரில்	2 இடபம்.
	மே	3 மிதுனம்.
முதுவேனில்	சூன்	4 கடகம்.
அடையாளங்கள்	சூலை	5 சிம்மம்.
	ஆகஸ்டு	6 கன்னி.
கூதிர்கால	செப்டெம்பர்	7 துலாம்.
அடையாளங்கள்	அக்டோபர்	8 விருச்சிகம்.
	நவம்பர்	9 தனுசு.
மாரிகால	டிசம்பர்	10 மகரம்.
அடையாளங்கள்	சனவரி	11 கும்பம்.
	பிப்ருவரி	12 மீனம்.

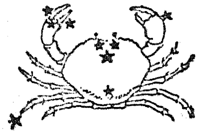
கருத்துப் படங்கள் விண்மீன் மண்டலங்கள் முழுவதையும் காட்டுகின்றன. அதன் வட்டமான ஓரத்திலுள்ள நாட்கள் எப்பொழுது வானத்தின் அப்பகுதி நள்ளிரவில் வடபுறத்திலிருக்க வேண்டும் என்பதைக் காட்டுகின்றன. நடைமுறையில் கண்ணுக்குப் புலனாகும் விண்மீன்கள் முழுக் கருத்துப் படத்தின் முக்காற் பகுதிக்குச் சற்றுக் குறைந்த குறுக்கு விட்டத்தைக் கொண்ட வட்டத்தினுள் அடங்கியிருக்கும்; அந்த விண்மீன்கள் தேவையான நாளுக்கு எதிர்ப்புறத்தில்

மேடம்

இடபம்



மிதுனம்

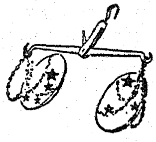


கடகம்

இருக்குமாறு அமைக்கப் பெற்றுள்ளன. கருத்துப்படத்தின் குறுக்கு விட்டம் 11 செ. மீ. இருப்பதால், ஒளிபுகும் தாளில் ச. செ. மீ. அளவுள்ள வட்டத்தை வெட்டி, வடக்கு — தெற்கு வழிகாட்டியாகவுள்ள ஒரு குறுக்கு விட்டத்தை வரைந்து, ஒரு குறிப்பிட்ட நாளில் நள்ளிரவில் எந்தப் பரப்பு கண்ணுக்குப் புலனாகின்றது என்பதைக் காட்டுவதற்காக அந்தக் கருத்துப் படத்தின்மீது அதனைக் கிடத்துதல் ஒரு நல்ல பழக்கமாகும். குறுக்கு விட்டம் துருவ விண்மீனைக் கடந்து சென்று நாளினைக்காட்டவேண்டும். தாளின் ஓரத்திற்கும் கருத்துப் படத்தின் ஓரத்திற்கும் இடையில் ஒரு திறப்பு இருக்கும்; துருவ விண்மீன் ஒளிபுகும் வட்டத்தாளின் மையத்திற்கும் அதனுடைய அடுத்த வடபுற ஓரத்திற்கு இடையிலும் எப்பொழுதும் பாதி வழியில் இருப்பது காணப்பெறும்.

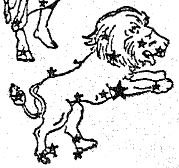
கன்னி

துலாம்

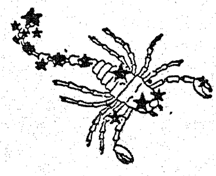


தனுசு

கும்பம்

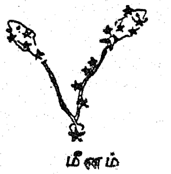


சிம்மம்



விருச்சிகம்

மகரம்



மீனம்

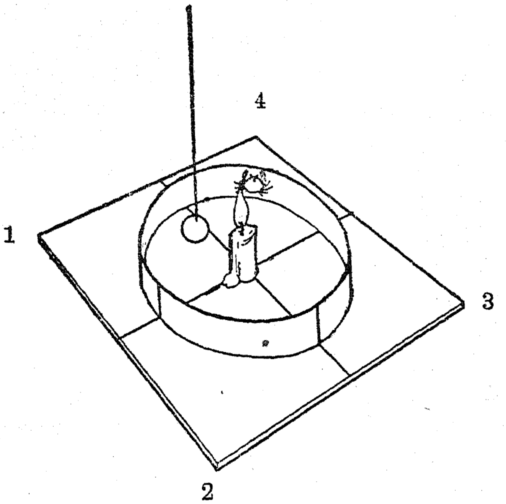
வடபுற உலகப் பாதி

இவ்விரண்டு கருத்துப் படங்களும் ஜார்ஜ் ஃபிலிப் அண்டு ஸன் லிமிடெட், 98, விக்டோரியா ரோடு, லண்டன் N. I. அவர்களின் இசைவுடன் தரப்பெற்றுள்ளன.

தென்புற உலகப் பாதி

2. விண்மீன்களின் இடையில் ஞாயிற்றின் தோற்றப் பாதையைக் காட்டும் மாதிரி உருவம் :

60 செ. மீ. நீளமும், 8 செ. மீ. அகலமுமுள்ள ஒரு தாளின்மீது இராசியின் அடையாளங்கள் சரியான ஒழுங்குமுறைப்படி வரையப்பெறுகின்றன. தாளின் முனைகள் இரண்டும் பசையால் ஒட்டப்பெற்று ஒன்று சேர்க்கப்பெறுகின்றன ; இப்பொழுது இராசியின் விண்மீன் மண்டலங்களுடன் சேர்ந்த தொடர்ச்சியாகவுள்ள ஒரு கண்ணிபோல் அது அமைகின்றது. அதன் பிறகு அக்கண்ணி ஓரவாக்கில் நிறுத்தப்பெற்று கிட்டத்தட்ட 18 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு வட்டத்தில் ஓர் அட்டையின் அடித்தளத்துடன் சேர்த்து ஒட்டப்பெறுகின்றது. நடுவில்

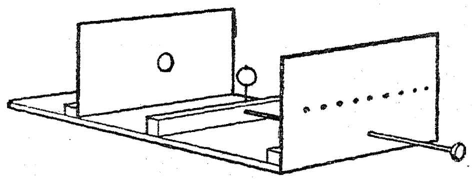


1. இளவேனிற் காலம் 2. மாரி காலம்
3. இலையுதிர் காலம் 4. கோடை காலம்

வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு குட்டையான மெழுகுவத்தி ஞாயிற்றினை உணர்த்துகின்றது. இராசியின் அடையாளங்களுடன் இணை எதிராகவுள்ள பருவங்கள் அடிதள அட்டையின் வெளிப்புறத்தில் குறிப்பிடப்பெறுகின்றன. ஒரு கயிற்றில் தொங்கவிடப்பெற்ற ஒரு புன்னைக் கொட்டை அல்லது வேறு பொருள் அக் கயிற்றின் சுற்று பிரிவதற்கேற்பச் சுழன்று, சுழன்று கொண்டிருக்கும் பூமியை உணர்த்துவதற்குத் துணை செய்யும்.

3. கிரகணம் எப்படித் தோன்றுகின்றது என்பதை விளக்கும் மாதிரி உருவம்:

ஒரு கறுப்பு நிறமுள்ள அட்டையில் 5 செ.மீ. குறுக்களவுள்ள ஒரு வட்டமான துளையின் வழியாக ஒளிவிட்டுக்கொண்டிருக்கும் ஒரு வெண்ணிற மின்விளக்கினால் ஞாயிறு உணர்த்தப்பெறுகின்றது. இந்தத் துளையினைச் சுற்றி ஒரு சிவப்பு வண்ணக் கோலால் ஒளி வளையம் (corona) வரையப்பெறுகின்றது. ஒரு தையலூசியின்மீது ஏற்றப்பெற்றுள்ள 2·5 செ. மீ. குறுக்களவுள்ள மரத்தாலாகிய ஒரு பந்து மதியாக அமைகின்றது. இந்த ஆய்கருவிக்கு



முன்னுள்ள திரையில் காணப்பெறும் பல பெரிய குண்டூசித் துளைகளில் ஏதாவதொன்றன் வழியாக உற்றுநோக்குவோர் கிரகணத்தைக் காண்கின்றனர். முழுக் கிரகணம் இருக்கும் நிலையில் ஒளி வளைய வட்டம் மட்டிலும் கண்ணுக்குப் புலனாகின்றது. ஆய்கருவியின் முன்புறம் பொருத்தப்பெற்றுள்ள மிதிவண்டியின் ஓர் உறுதியான ஆரைக்கால் கம்பியால் (spoke) மதியின் நிலை சரிப்படுத்தப்பெறுகின்றது.

4. ஞாயிற்றுக் கிரகணத்தை மேற்கோளால் விளங்கச் செய்தல் :

ஒரு சிறிய நாணயத்தை ஒரு கண்ணிலிருந்து ஒரு சில அங்குல தூரத்தில் வைத்துக்கொண்டும் மற்றொரு கண்ணை மூடிக்கொண்டும் அறையின் மேல் தளத்தில் ஒளி விடும் ஒரு மின் விளக்கினை நோக்குக. பெரிய மின்குமிழ் மிகத் தொலைவிலுள்ளது ; அது ஞாயிற்றினை உணர்த்துகின்றது. உங்கள் கண்ணருகிலுள்ள சிறிய நாணயம் ஞாயிற்றிற்கும் பூமிக்கும் இடையில் வந்து கொண்டிருக்கும் மதியினை உணர்த்துகின்றது. அந்தச் சிறிய நாணயம் மேல்தளத்திலுள்ள ஒளிவிடும் குமிழை முற்றிலும் மறைத்து உங்கள் கண்ணின்மீது நிழலை விழச் செய்வதை நீங்கள் உற்றுநோக்குவீர்கள்.

5. ஞாயிற்றுப் புள்ளிகளை உற்றுநோக்குதல்;

முன்னொரு சோதனையில் நீங்கள் அமைத்த தொலைநோக்கியைப் பயன்படுத்துவீர்களாக. அது ஞாயிற்றினை நேராக நோக்கி யிருக்குமாறு அதை அமைத்திடுக ; கண்ணருகு-வில்லைக்கு அப்பால் வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு வெண்ணிற அட்டையின்மீது ஞாயிற்றின் பிம்பம் தெளிவாகவும் ஒளிர்வுடையதாகவும் விழுவதற்கேற்றவாறு

அதனைக் குவியம் செய்திடுக. ஞாயிற்றின் மேற் பரப்பின்மீது ஞாயிற்றுப் புள்ளிகள் இருப்பின் அவற்றை நீங்கள் பிம்பத்தின்மீது ஒழுங்கற்ற எல்லைக் கோடுகளின் சிறிய கரிய இடை வெளிகளாக உற்றுநோக்குதல் கூடும்.

எச்சரிக்கை : உங்கள் கண்கள் ஓர் இருண்ட கண்ணுடி வடிகட்டியினுல் பாதுகாக்கப் பெருமல் தொலைநோக்கியின் வழியாக ஞாயிற்றினைப் பார்க்காதீர்கள்.

6. ஞாயிற்றினையொட்டி பூமியின் நிலைமாற்றங்களை உற்றுநோக்கல்:

உங்களுடைய அறையின் தரையில் அல்லது சுவரில் ஞாயிறு ஒளிவிடும் இடத்தில் ஒரு கோட்டால் அடையாளமிடுக. சரியான மாதம், நாள், மணி இவற்றைக் குறித்து வைத்துக் கொள்க. ஒவ்வொரு வாரத்தின் இறுதியிலும் அதே மணி நேரத்தில் வேருெரு கோட்டால் அடையாளமிடுக. ஆண்டு முழுவதும் இதனைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக; நீங்கள் சில கவர்ச்சிகரமான உற்றுநோக்கல்களை அடைவீர்கள். வாரத்திற்கு வாரம், மாதத்திற்கு மாதம் கோட்டின் இடமாறுபாடு ஞாயிற்றினைச் சுற்றிவரும் பூமியின் இயக்கத்தின் காரணமாக நேரிடுகின்றது.

C. ஞாயிற்று மண்டலத்தையொட்டிய சோதனைகள்

1. ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மாதிரி உருவம் ஒன்றனை அமைத்தல்:

மாணுக்கர்களைக்கொண்டு ஞாயிற்றுக் குடும்பத்தின் மாதிரி உருவம் ஒன்றனை அமைக்கச் செய்து கோள்களின் ஒப்புமை சார்ந்த பருமன், அவை ஞாயிற்றினிடமிருந்து அமைந்துள்ள தொலைவு ஆகியவைபற்றிய பொதுமைக் கருத்துக்கள் விளக்கப்பெறுதல் கூடும். ஞாயிறு, கோள்கள் இவற்றிற்காகப் பல் வேறு பருமனுள்ள பந்துக்களைப் பயன்படுத்தியோ, களிமண் மாதிரி உருவங்களை அமைத்தோ, அல்லது அட்டையினின்றும் பொருத்தமான அளவுள்ள வட்டங்களை வெட்டியோ இது செய்யப்பெறலாம். சுவரின்மீதோ, தரையின்மீதோ அல்லது கரும்பலகையின்மீதோ சீமைச் சுண்ணும்புக் கட்டியால் கோள்களின் அயனப் பாதைகளை வரைந்து இவை அமைக்கப்பெறலாம். மேலே காட்டியுள்ள அட்டவணை இத்தகைய ஒரு மாதிரி உருவம் ஒன்றனை அளவுகளுக்கேற்ப அமைப்பதற்குத் தேவையான எடுகோள்களைத் (data) தருகின்றது.

கோள்கள்பற்றிய எடுகோள்கள்	புதன்	வெள்ளி	பூமி	செவ்வாய்	வியாழன்	சனி	யுரேனஸ்	நெபடியூன்	புளுட்டோ
ஞாயிற்றினிடமிருந்து சராசரி தூரம் (மில்லியன் மைல்களில்)	36	67	93	141	489	886	1782	2793	3670
குறுக்கு விட்டம் (மைல்களில்)	3000	7600	7900	4200	87000	72000	31000	33000	?

2. கண்ணுக்குப் புலனுகும் கோள்களை உற்றுநோக்கல்:

ஒரு நல்ல விண்மீன் படத்தைப் பயன்படுத்தி ஓர் ஆண்டில் பல் வேறு காலங்களில் கண்ணுக்குப் புலனுகக்கூடிய கோள்கள் ஆசிரியரால் எளிதில் அடையாளம் கண்டறியப்பெறலாம். கோள்களை அடையாளங் கண்டறிவது மாணுக்கர்கட்குக் கற்பிக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; அதிக ஒளிர்வுடையனவாகவுள்ள விண்மீன்களினின்றும் அவற்றைப் பிரித்துக் கூற வல்லவர்களாக அவர்கள் இருத்தல் வேண்டும். பிள்ளைகள் எப்பொழுதும் மாலைக் காட்சியை உற்றுநோக்கி நுகர்ந்து மகிழ்வர். இந்த இயலின் தொடக்கத்தில் (A-2-இல்) விவரித்த தொலைநோக்கியையோ அல்லது ஓர் இணைப்புலக் கண்ணுடிகளையோ (a pair of field glasses) பயன்படுத்துக.

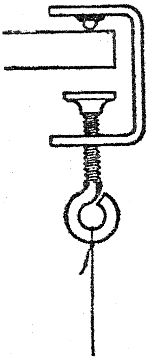
3. 'வீழ்மீன்களை'க் கவனித்தல்:

வீழ்மீன்களைக் (meteors or 'shooting stars') கவனிப்பதற்குரிய ஏற்ற காலம் ஆகஸ்டு அல்லது செப்டம்பரில் ஏற்படும். மாணுக்கர்களை மாலைநேர வானத்தைக் கவனிக்குமாறும் அவர்கள் மேற்கொள்ளும் எந்த உற்றுநோக்கலைப்பற்றியும் செய்தி அறிவிக்குமாறும் செய்க.

D. பூமியுடன் தொடர்புள்ள சோதனைகள்

1. பூமியின் சுழற்சியைக் காட்டும் ஒரு ஃபௌகால்ட்டு ஊசலி:

கோளத் திரளமைப்பு ஒன்று ஒரு தாடையின் உட்புறத்தில் பற்றவைக்கப்பெற்றுள்ள G வடிவமுள்ள பற்றிறுக்கி யொன்று ஒரு ஃபௌகால்ட்டு ஊசலியின் நல்ல ஆதாரப் பொருளாகின்றது. அது தன்னுடைய கோளத் திரளமைப்பு (ball bearing) ஒரு தடித்த சவர வாளின்மீது அல்லது வேறு கடினமான மேற்பரப்பின்மீது படிந்த நிலையில் மிக நல்ல முறையில் தொங்க விடப்பெறுகின்றது. இத்தகைய ஊசலி யொன்று இயக்க நிலையில் வைக்கப் பெறுங்கால் ஊசலாட்டத்தின் மட்டதளம் ஒரு சில மணி நேரத்திற்குப் பிறகு மாற்றப் பெறுகின்றது; அது விடுவிக்கப் பெறும் நேரத்தில் தரையின்மீது அடையாளம் ஒன்று செய்யப்பெற்றால் இவ்வுண்மை அறியப் பெறும். ஆயினும், 'ஊசல் குண்டின்' அடியில் சுழன்றுகொண்டிருக்கும் பூமி இந்த விளைவினை உண்டாக்குகின்றது.



முறுக்கப்பெறாத மீன் பிடிக்க உதவும் நைலானாலான தூண்டில் ஊசலி குண்டு தொங்க விடுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும்; ஒரு கிரிக்கெட்டுப் பந்து ஊசலி குண்டாக அமையலாம். ஊசலியின் நீளம் அவ்வளவு முக்கியமன்று; 3 மீட்டரிலிருந்து 30 மீட்டர் வரையிலுமுள்ள எந்த நீளமும் இதற்குப் போதுமானது.

பந்தினுள் செலுத்தப்பெற்றுக் குறி முள்ளாகப் பயன்படும் ஒரு குட்டையான தையலூசி தொங்கு நூலுடன் தொடர்ச்சியாக அமையும்படி தக்க கவனம் எடுத்துக்கொள்ளப்பெறுதல் வேண்டும்.

ஒரு வெண்ணிற அட்டையின்மீது வரையப் பெற்றுள்ள ஒரு மேற்கோள்கோடு ஓவியக் குண்டூசிகளைக்கொண்டு தரையில் இணைக்கப்பெறுதல் கூடும். பந்து அமைதி நிலையிலிருக்கும்பொழுது இது குறி முள்ளின்கீழ் மிகச் சரியான இடத்தில் வைக்கப்பெறுகின்றது.

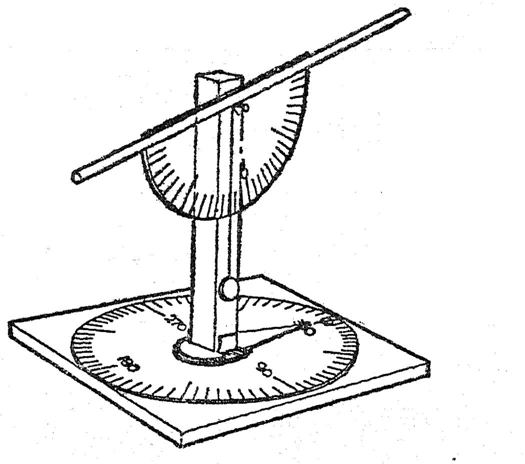
ஊசலியை இயக்கநிலையில் வைக்க வேண்டுமாயின், ஊசலி குண்டினுள் செலுத்தப்பெற்றுள்ள தகர ஆணியுடன் (tintack) ஒரு நீண்ட பஞ்சு இழையுடன் (நூலுடன்) இணைத்து அது மேற்கோள் கோட்டின் திசையில் படியுமாறு வரிசைப்படுத்துக; அதன் பிறகு ஆணியின் அருகிலுள்ள நூலினை எரித்துவிடுக.

பல நயப்பாடுகள் செய்யப்பெறாமல் நல்ல அளவறி முடிவுகளை அடைதல் என்பது எளிதன்று; ஆனால் விளைவினை உற்றுநோக்குதல் மட்டிலும் அவ்வளவு கடினமன்று.

2. ஓர் எளிய தளமட்ட அளவைக் கருவி:

பானம் பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழலொன்று ஒரு பாகைமானியின் (protractor) அடிக்கோட்டுடன் முத்திரை அரக்கு அல்லது கோந்தினைக்கொண்டு இணைத்து ஓர் எளிய தளமட்ட அளவைக் கருவி (theodolite or astrolabe) இயற்றப் பெறுகின்றது.

நிலையாகவுள்ள ஒரு திருகாணியின் கொண்டையிலிருந்து தொங்கவிடப் பெற்றுள்ள குண்டு - நூல் (plumb line) ஆதாரமாகவுள்ள கம்பு



நேர் குத்தாக இருப்பதை உறுதி செய்வதுடன் விண்மீன் அல்லது வேறு ஏதாவது பொருளின் கோணத்தை அளப்பதற்கும் துணைசெய்கின்றது.

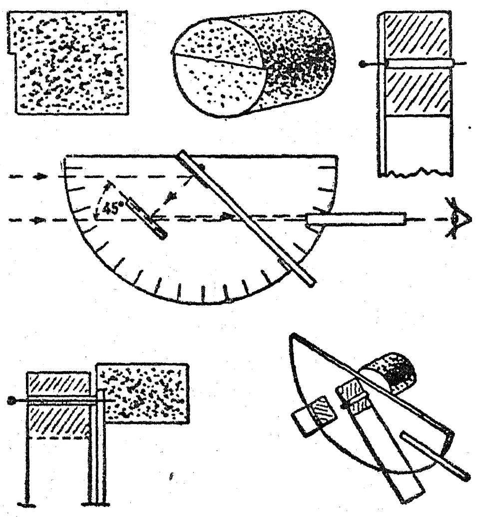
குறுக்குத் தொலை (latitude), வடக்கு-தெற்கு உச்சிக் கோட்டுடன் (N. S. meridian) விண்மீன் செய்யும் கோணம் இவற்றைக் கண்டறிவதற்கான மேம்பாடான மாதிரிக் கருவி

யொன்று திருகுடன் கூடிய அடித்தளப் பலகையுடன் கோலினை இணைத்து இயற்றப்பெறுதல் கூடும். நடுவில் துளையுடன்கூடிய இரண்டு நாணயங்கள் திருகாணியை உறுதியாகப் பொருத்தும் வளையங்களாகப் (washers) பயன்படுத்தப்பெறலாம்; கோலுடன் இணைக்கப் பெற்றுள்ள ஒரு தகரத்துண்டு ஒரு கிடைமட்டமாகவுள்ள அளவுகோலில் கோணத்தைக் காட்டும். இத்தகைய பண்படாத ஓர் ஆய்கருவியினைக் கொண்டுதான் ஆதியில் பல கண்டுபிடிப்புக்கள் செய்யப்பெற்றன.

3. ஒரு மாதிரிக் கோணமானி:

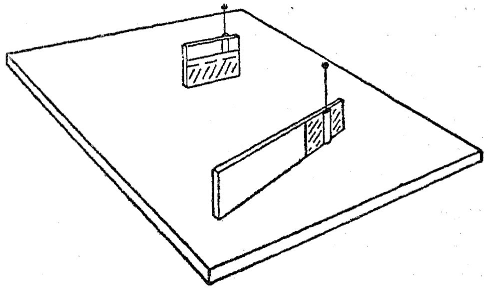
தக்கை, கோந்து, குண்டூசிகள், கண்ணாடிக் குழல், முத்திரை அரக்கு முதலியவற்றைக் கொண்டு ஓர் எளிய கோணமானி (sextant) இயற்றப் பெறலாம்.

தக்கையின் ஒரு கோடியில் சிறிதளவு வெட்டப் பெறுகின்றது; இங்ஙனம் வெட்டப்பெற்ற பிறகு பாகைமானியின் அடிக்கோடு அத்தக்கை சரியான நிலையிலிருக்கும்பொழுது அதன் ஒரு குறுக்கு விட்டத்திற்கு இணையாக உள்ளது. பாகைமானியின் மையத்தின் வழியாகக் குத்தப் பெற்றுள்ள தடித்த குண்டூசி அசையும் ஆடி சுழலுவதற்கு ஓர் அச்சாகத் துணைசெய்கின்றது.



குண்டூசியுடன் பொருந்துவதற் கேற்றவாறு இழுக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழல் துண்டு ஆடித்துண்டுடன் (7 செ.மீ. × 1 செ.மீ.) செலுத்தப்பெறும்பொழுது அஃது ஒரு சுழலும் அச்சாகத் துணைசெய்கின்றது. ஆடித்துண்டில் முதல் சென்டிமீட்டர் பகுதியைத் தவிர எல்லாப் பகுதியிலும் முலாம் பூசியிருப்பது நீக்கப்பெறுகின்றது; எஞ்சிய தெளிவான கண்ணாடி அக்கருவியின் ஒரு புயமாகச் செயற்படுகின்றது; அன்றியும் பாகைமானியின் அளவுகோலில் அது கோணத்தையும் காட்டுகின்றது.

நிலையான ஆடி ஒரு சூடான கம்பி அல்லது தையலூசியினைக்கொண்டு பாகைமானியில் செய்யப்பெற்றுள்ள சிறு துளையில் அரக்கினால் இணைக்கப் பெறுகின்றது. செங்கோட்டிற்கு 45° இருக்குமாறு இத்துளையைச் செய்தால் வசதியாக இருக்கும். இந்த ஆடியினின்றும் பாதி முலாம் சுரண்டியெறியப்பெறுகின்றது; இதனால் பாகைமானியின் அடிமட்டக் கோட்டிற்கு இணையாக அரக்கினால் பொருத்தப்பெற்றுள்ள வைக்



கோல் புற்குழல் அல்லது கண்ணாடிப் பார்வைக் குழல் வழியாகத் தொடுவானம் உற்று நோக்கப் பெறுதல் கூடும்.

பயன்படுத்துங்கால் இந்தக் கருவி வலக் கையில் தக்கையைக்கொண்டு பற்றப்பெற்று, தெளிவான, முலாம் பூசப்பெற்ற பாதி நிலைக் கண்ணாடியில் காணப்பெறும் தொடு வானத்தின் இரண்டு பிம்பங்களும் தொடர்ச்சியாக இருக்கும் வரையிலும் புயம் சரிப்படுத்தப்பெறுகின்றது. தெளிவான கண்ணாடி புயத்தால் காட்டப்பெறும் கோணம் பதிவுசெய்யப்பெறுகின்றது.

முலாம் பூசப்பெற்ற பாதி ஆடியின் வழியாகப் பார்க்கப்பெறுங்கால் ஞாயிற்றின் அல்லது வேறு பொருளின் பிம்பம் தெளிவான பாதிக் கண்ணாடியின் வழியாக நேரில் நோக்கப்பெறும் தொடு வானத்தின்மீது தங்கும் வரையிலும் புயம் இப்பொழுது நகர்த்தப்பெறுகின்றது.

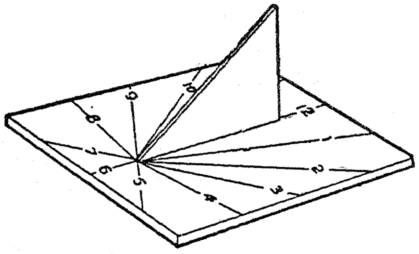
புயத்தினால் நகர்த்தப்பெறும் கோணம் ஞாயிற்றின் குத்துயரத்தில் பாதியாகும். ஞாயிறு மிக அதிகமாக ஒளிர்வுடையதாக இருந்தால் புகை

யூட்டப்பெற்ற கண் கண்ணாடி (eyeglass) அல்லது ஊன் பசை வடிகட்டியின் துண்டு தேவைப் படலாம்.

கண்ணாடிக் குழலின் ஊடே செலுத்தப் பெற்ற பெரிய குண்டூசிகளினால் இம்மாதிரியான கண்ணாடியாலான ஆடியின் சிறு துண்டுகள் ஓர் ஓவியப் பலகைக்கு நேர்க்குத்தாக இருக்குமாறு தாங்கப் பெறலாம். ஒளிக் கற்றைகள் அல்லது குறிப்பிட்ட கதிர்களின் சுவடுகளைப் பற்றிச் செல்லும் குண்டூசிகளைப் பயன்படுத்திக் கோணமானியின் ஆடி அமைப்பின் ஊடே ஒளிக்கதிர்களின் பாதைகளை ஆராய்வதற்கு அவை பயன்படுகின்றன.

4. ஒரு நிழற் கடிகையை அமைத்தல்:

எல்லா நாள் நிலை (weather) யையும் தாங்குவதற்காக உலோகம் அல்லது வண்ணப் பூச்சினைக் கொண்ட மரத்தாலான ஒரு நிழற்கடிகை (sun - dial) அமைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். எளிய சோதனைகளின்பொருட்டு ஓர் அட்டையாலான மாதிரி வடிவம் ஒன்று அமைக்கப்பெறுதல் கூடும்.

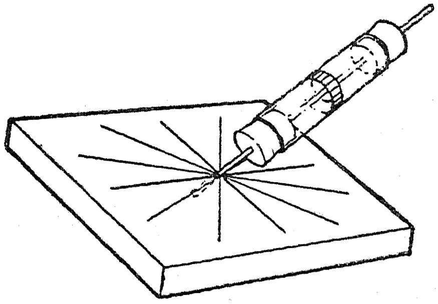


நிழலை வீழ்த்தும் நிழற்கடிகாரம் (gnomon) ஒரு செங்கோண முக்கோணமாகும்; இந்த முக்கோணத்தின் அடிக்கோணம் இக்கருவி பயன்படுத்தப்பெறக்கூடிய இடத்தின் குறுக்குத் தொலைக்குச் (latitude) சமமாக உள்ளது.

முக்கோணத்தின் செம்பக்கம் (hypotenuse) வடதிசை விண்மீனைக் காட்டக் கூடியவாறு முக்கோணம் அசையாமல் கோந்தினால் பதிக்கப் பெறுகின்றது. அதன் பிறகு அடிமட்டப் பலகையின்மீது மணிகள் குறிப்பிடப் பெறுதல் கூடும்.

4 செ.மீ. குறுக்கு விட்டத்தைக் கொண்ட கண்ணாடிக் குழல் கிடைக்குமாயின், வேறொரு மாதிரிக் கருவி அமைக்கப் பெறுதல் கூடும்.

இதில் நிழற்கடிகாரம் ஒரு பொருத்தமான கோணத்தில் அடிமட்டத்துடன் பதிக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு தடித்த தையலூசியாக அமைகின்றது. 24 சம பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பெற்றுள்ள அளவு கோல் கண்ணாடிக் குழலின் பரிதியைச் (circumference) சுற்றிப் பதிக்கப்பெறுகின்றது; தையலூசியின் நிழல் மணியைக்



காட்டுகின்றது. கண்ணாடிக்குழல் அசையாமல் தக்கைகளினால் பற்றப்பெறுகின்றது.

15° வடக்குக் குறுக்குத் தொலைக்கும் 15° தெற்குக் குறுக்குத் தொலைக்கும் இடைப்பட்ட பகுதிகளில் இந்த வகை நிழற்கடிகை மனநிறைவு கொள்ளும் நிலையில் செயற்படுவது இல்லை.

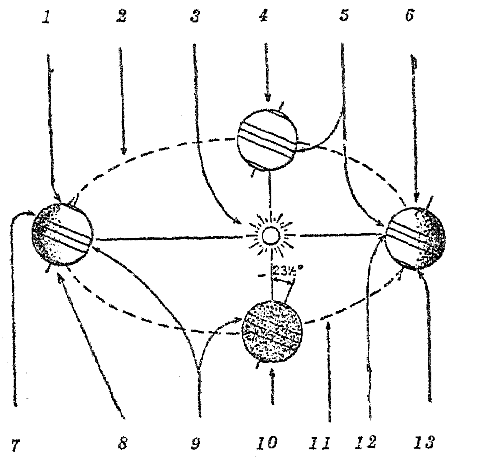
5. பூமி, மதி இவற்றின் ஓர் எளிய மாதிரி உருவம்:

ஒரு மூங்கிற் குச்சியின்மீது அல்லது இறைச்சி அகப்பைக் கோலின்மீது பதியவைக்கப்பெற்ற கிச்சிலிப் பழம் அல்லது வேறு உருண்டையான பொருளால் பூமி உணர்த்தப்பெறுதல் கூடும். கோலின் ஊடே செலுத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு வளைந்த கம்பி அல்லது தையலூசி மதியினைக் குறிப்பிடக்கூடிய ஓர் உருண்டையான ஒரு புன்னைக் கொட்டை அல்லது வேறு கொட்டையைத் தாங்கி நிற்கும். ஏதாவது ஒரு வகை விளக்கினைச் சுற்றி வட்டமாக நடந்து செல்லும்பொழுது இதனைக் கையில் வைத்துக் கொண்டு மதியின் பிறைகள் (phases) ஞாயிற்றினைச் சுற்றிப் பூமியின் சுழற்சி ஆகியவையும் கிரகணம் உண்டாதலும் விளக்கப் பெறுதல் கூடும்.

6. பருவங்களின் காரணத்திற்குச் செயல் விளக்கம் தருதல்:

டென்னிஸ் பந்துபோன்ற உட் குழிவாகவுள்ள ஓர் இரப்பர்ப் பந்தினைப் பூமியை உணர்த்துவதற்காகப் பயன்படுத்துக. 15 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கம்பி அல்லது தையலூசியைப்

பந்தினூடே செலுத்திப் பூமியின் அச்சினை உணர்த்துமாறு செய்திடுக. பூமியின் அயனப் பாதையை உணர்த்துவதற்காக ஓர் அட்டையின்மீது 40 செ.மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு வட்டம் வரைந்திடுக. வடக்கு, தெற்கு, கிழக்கு,



1. வட துருவ வட்டம் 2. அயனப் பாதை
3. ஞாயிறு 4. மார்ச்சு, 21 5. பூமி நடுவரை
6. டிசம்பர், 22 7. கடக ரேகை 8. ஜூன், 22
9. பூமி நடுவரை 10. செப்டம்பர் 22
11. அயனப் பாதை 12. மகர ரேகை
13. தென் துருவ வட்டம்

மேற்குத் திசைகளை உணர்த்துவதற்கு நான்கு காற்பாகப் புள்ளிகளைக் குறிப்பிடுக. அட்டையின் மையப் புள்ளியிலிருந்து கிட்டத்தட்ட 15 செ. மீ. உயரத்தில் ஞாயிற்றினை உணர்த்தும் பொருட்டு ஒரு மின் விளக்கினைத் தொங்க விடுக. எரியும் மெழுகுவத்தியும் இதற்குப் பயன் படுத்தப் பெறலாம். பூமியினை உணர்த்தும் பந்தினை முறையாக நான்கு இடங்களில் அதனுடைய அச்சு 23·5 பாகையில் சாய்ந்திருக்குமாறு அமைத்திடுக. எப்பொழுதும் ஒளிபடும் பந்தின் அளவினை உற்றுநோக்குக. ஞாயிற்றின் கதிர்கள் எங்கு நேராகத் தாக்குகின்றன என்பதையும் உற்றுநோக்குக. நான்கு நிலைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் எந்தப் பாதிக் கோளம் (hemisphere) ஞாயிற்றின் சாய்வான கதிர்களைப் பெறுகின்றது என்பதையும் உற்று நோக்குக.

இந்த நான்கு நிலைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் ஊசி மேசையின் மேல்தளத்திற்குச் செங்குத்தாக இருக்கும்பொழுது இந்தச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்து பூமியின் அச்சு சாய்ந்திராவிடில் என்ன நேரிடும் என்பதையும் உற்றுநோக்குக.

7. ஒரு சில இடங்களில் பகலும் இரவும் நேரத்தில் வேறுபடுவதன் காரணத்திற்குச் செயல் விளக்கம் தருதல்:

6-இல் பயன்படுத்திய ஆய்கருவியினையே இங்கும் பயன்படுத்துக. பூமியின் நடுவரையை (equator) உணர்த்துவதற்காகப் பந்தின் மையத்தினைச் சுற்றி அதன்மீது ஒரு வட்டத்தை அடையாளமிடுக. நடுவரையின் மீதிலும் வடபாதிக் கோளத்திலும் தென்பாதிக் கோளத்திலும் நகரங்களைத் உணர்த்துவதற்காகப் பந்தின்மீது புள்ளிகளால் அடையாளம் செய்க. மீண்டும் பந்தினை அதன் நான்கு நிலைகளில் ஒவ்வொன்றிலும் வைத்திடுக; ஆனால் இந்தத் தடவையில் பூமியை அதன் ஒவ்வொரு நிலையிலும் அதன் அச்சில் சுழலச் செய்து நீங்கள் அடையாளமிட்ட பல்வேறு நகரங்களைக் குறிப்பிடும் இடங்கள் எவ்வளவு நேரம் ஒளியிலும் எவ்வளவு நேரம் நிழலிலும் இருக்கின்றன என்பதை உற்று நோக்குக. ஒவ்வொரு துருவமும் (pole) எப்பொழுது ஆறு மாதங்கள் பகலையும் எப்பொழுது ஆறு மாதங்கள் இரவினையும் கொண்டுள்ளன என்பதை நீங்கள் உற்று நோக்குதல் கூடுமா?

8. பூமி பெறும் வெப்பம், ஒளி இவற்றின் அளவுகளின்மீது ஞாயிற்றுக் கதிர்களின் கோணத்தின் விளைவுகட்குச் செயல் விளக்கம் தருதல்:

ஓர் அட்டைத் துண்டினை வளைத்து 4 செ. மீ. சதுரக் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பும் 32 செ. மீ. நீளமும் உள்ள ஒரு சதுரக் குழலை அமைத்திடுக. மிக விறைப்பாகவுள்ள ஓர் அட்டைத் துண்டினைக் கைவசப்படுத்தி 23 செ.மீ. நீளமும் 2 செ. மீ. அகலமும் உள்ள ஒரு துண்டினை வெட்டுக. இதனைக் குழலின் ஒரு பக்கத்தில் அது 15 செ.மீ.வெளியில் நீட்டிக்கொண்டிருக்குமாறு ஒட்டுக. விறைப்பான அட்டையின் முனை மேசையின்மீது அமையும்படி செய்து கிட்டத்தட்ட 25° பாகையுள்ள கோணம் இருக்குமாறு குழலைச் சாய்த்திடுக. குழலின் மேல் கோடியில் ஒரு மின் கைவிளக்கு அல்லது எரியும் மெழுகுவத்தியைப் பிடித்துக்கொண்டு குழல் வழியாக வரும் ஒளியினால் மேசையின்மீது நிரப்பப்பெறும் இடப்பரப்பினை அடையாளமிட்டுக் குறிப்பிடுக. குழலைக் கிட்டத்தட்ட 15

பாகை கோணத்தில் வைத்து இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. குழல் செங்கோணத்திலிருக்கும்பொழுது மீண்டும் இச் சோதனையைச் செய்திடுக. மூன்று இடங்களின் அளவுகளையும் ஒப்பிட்டு ஒவ்வொன்றின் பரப்பினையும் தீர்மானித்திடுக. ஞாயிற்றினிடமிருந்து பெறும் வெப்ப, ஒளி அளவுகள் அதன் கதிர்கள் சாய்ந்த நிலையில் இருக்கும்பொழுது அதிகம் உள்ளதா? அல்லது நேராக விழும் பொழுது அதிகம் உள்ளதா?

9. ஒரு நிழற் கழியினை அமைத்தல் :

பள்ளியின் ஆடுகளத்தில் வெட்டவெளியில் 130 செ.மீ. நீளமுள்ள கழி ஒன்றனை நடுக; பிள்ளைகள் ஆண்டின் வெவ்வேறு பருவங்களிலும் நாள்தோறும் இரண்டு அல்லது மூன்று தடவைகள் நிழலின் நீளத்தை அளந்து அவை பற்றிய குறிப்புக்களடங்கிய பதிவேட்டினை வைத்துக்கொள்ளட்டும்.

10. நாளுக்குநாள் ஒரு குறிப்பிட்ட மணியில் ஞாயிற்றுக் கதிர்களின் கோணம் எங்ஙனம் மாறுகின்றது என்பதற்குச் செயல் விளக்கம் தருதல்:

ஒரு துண்டுத் தாளில் அல்லது அட்டைத் துண்டில் ஒரு 1 செ. மீ. அளவுள்ள வட்டமான துளையினை வெட்டுக. ஞாயிற்றின் கதிர்கள் குழலின் வழியாக ஒளிர்ந்து தரை அல்லது மேசையின்மீது அல்லது சாளரத்தின் அருகில் வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு வெள்ளைத் தாளின் மீது விழும்படியான முறையில் வகுப்பறையில் தெற்குப் புறத்திலுள்ள ஒரு சாளரத்தில் இந்த அட்டைத் துண்டினை வைத்திடுக. ஞாயிற்றின் ஒளிக்கற்றை தாளின்மீது விழும் இடத்தின் எல்லைக் கோட்டினை வரைந்திடுக. எல்லைக்கோட்டின் உட்புறத்தில் நாளினையும் மணி நேரத்தினையும் எழுதுக. அடுத்துவரும் நாட்களில் சரியாக அதே மணி நேரத்தில் இச் சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்க.

E. மதியுடன் தொடர்புள்ள சோதனைகள்

1. மதியின் மேற்பரப்பை உற்றுநோக்கல்:

இந்த இயலின் தொடக்கத்தில் A-2இல் விவரிக்கப்பெற்ற சிறிய தொலைநோக்கி அல்லது ஓர் இணைப்புலக்கண்ணாடிகளைப் பயன்படுத்துக. மதியின் மேற்பரப்பினை ஆராய்க; அதன் எரிமலை வாய்கள் (craters), மலைகள் இவற்றுள் ஏதாவது பார்க்க முடிகின்றதா என்பதைக் காண்க.

2. மதியின் பிறைகளை உற்றுநோக்கல் :

ஒரு சந்திரமாதம் (நட்சத்திரமானம்) முழுவதிலும் மாணாக்கர்களை இரவுநேர உற்று நோக்கல்களை மேற்கொள்ளுமாறும் மதியின் ஓவியங்களை வரையுமாறும் செய்திடுக. ஒரு முழுமதியத் தன்று இதனைத் தொடங்கி நான்கு கலைக் கூறுகளிலும் (phases) தொடர்ந்து செய்திடுக.

3. மதியின் பிறைகட்குரிய காரணத்திற்குச் செயல் விளக்கம் தருதல்:

இருட்டாகச் செய்யப்பெற்ற ஓர் அறையில் ஒரு மேசையின்மீது ஓர் ஏற்றிய மெழுகுவத்தி அல்லது மின் விளக்கினை வைத்திடுக. 8 செ.மீ. அளவுள்ள இரப்பர்ப் பந்தின்மீது வெண்ணிறப் பூச்சினைப் பூசுக. ஒளியின் பக்கம் உங்கள் முதுகு இருக்குமாறு இருந்துகொண்டு புய நீளத்திற்குக் கையை நீட்டி அதில் பந்தினைப் பிடித்துக்கொள்க. பந்தின்மீது ஒளிபடுவதற்காக உங்கள் தலைக்குமேல் தேவையான அளவு பந்தினை உயர்த்துக. மெழுகுவத்தியால் ஒளி பெறச் செய்யப்பெற்ற பந்தின் பகுதியைக் கவனித்திடுக. இது முழுமதியத்தை உணர்த்துகின்றது. பந்தினை உங்களுக்கு முன்னும் தலைக்குமேலும் வைத்துக்கொண்டு இப்பொழுது மெதுவாகத் திரும்புக. நீங்கள் முற்றிலும் திரும்பிய பிறகு பந்தின் ஒளிபெற்ற பகுதியின் வடிவத்தில் மாற்றத்தினை உற்றுநோக்குக. மதியின் பல்வேறு பிறைகளை நீங்கள் காண்கின்றீர்களா? இங்ஙனம் திரும்புவதைத் திரும்பவும் செய்க; ஆனால் ஒவ்வொரு எட்டில் ஒரு பாகம் திரும்பும் பொழுதும் நிறுத்தி வேறொருவரைக் கொண்டு ஒளிபெறப் பெற்ற மதியின் (பந்து) வடிவத்தை வரையச் செய்யப் பெறல்வேண்டும்.

4. மதியின் ஒரு கிரகணத்திற்குச் செயல் விளக்கம் தருதல் :

ஞாயிற்றினை உணர்த்துவதற்காக இருண்டதாகச் செய்யப்பெற்ற ஓர் அறையில் ஒரு மின் கைவிளக்கு அல்லது ஏற்றிய மெழுகுவத்தியைப் பயன்படுத்துக. பூமியை உணர்த்துவதற்காக ஒரு 8 செ. மீ. இரப்பர்ப் பந்தினை ஒரு கையில் பிடித்துக்கொள்க. மதியினை உணர்த்துவதற்காக ஒரு 2 செ.மீ. பந்தினை மற்றொரு கையில் பிடித்துக்கொள்க. பூமியை உணர்த்தும் பந்தினை மின் கைவிளக்கின் ஒளிக்கற்றையில் பிடித்துக்கொண்டு பூமியால் ஏற்பட்ட நிழலை உற்று நோக்குக. அடுத்து, சிறிய பந்து அல்லது மதியினைப் பூமியின் பின்புறம் நிழலினுள் கடத்துக. மதி பூமியின் நிழலினூடே செல்லும்பொழுது அது கிரகணத்தில் இருக்கும்.

இயல் 7

காற்று, காற்றின் அமுக்கம் இவற்றின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

வாழ்க்கைக்கு மிக இன்றியமையாதனவற்றுள் ஒன்றாகிய காற்றுக் கடலின் அடிமட்டத்தில் நாம் வாழ்கின்றோம். மனிதனும் தன்னுடைய அன்றாட வாழ்வின் பல்வேறு செயல்களில் காற்றின் அமுக்கத்தைப் பயன்படுத்துகின்றான். ஆகவே, காற்றும் காற்றின் அமுக்கமும் ஒவ்வொரு சிறுவன் அல்லது சிறுமியின் படிப்பிற்குரிய ஒரு பாடமாக இருத்தல்வேண்டும்.

A. காற்று எங்குக் காணப்பெறலாம் என்பதைக் காட்டுதல்

1. ஒரு குறுகிய கழுத்தினையுடைய புட்டியின் வாய் தலைகீழாக இருக்குமாறு வைத்துக் கொண்டு, அதனை ஒரு சாடியிலுள்ள நீரினுள் அமிழ்த்துக. புட்டியின் வாயை நீரின் மட்டத்தை நோக்கி மெதுவாகச் சாய்த்திடுக. நீங்கள் எதனைக் காண்கின்றீர்கள்? புட்டி வெறுமையானதாக இருந்ததா?

2. ஒரு கட்டி மண்ணினை நீருள்ள கொள்கலனில் வைத்து உற்றுநோக்குக. மண்ணில் காற்றின் இருப்பை குறிப்பிடக்கூடியவாறு ஏதாவது ஒன்றனைக் காண்கின்றீர்களா?

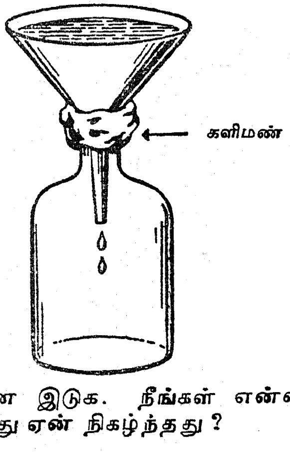
3. ஒரு செங்கல்லைக் கைவசப்படுத்தி, அதனை ஒரு நீருள்ள கொள்கலனில் வைத்திடுக. செங்கல்லினுள் காற்று இருந்தது என்பதற்கு ஏதாவது சான்று உள்ளதா?

4. ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை நீரால் நிரப்பி அதனை அண்மையில் வைத்துக்கொண்டு உற்றுநோக்குக. அந்தக் கண்ணாடிப் பாத்திரம் பலமணி நேரம் ஒரு வெது வெதுப்பான இடத்தில் அப்படியே இருக்கட்டும். மீண்டும் உற்று நோக்குக. நீங்கள் என்ன வேற்றுமையைக் காண்கின்றீர்கள்? நீர் காற்றினைக் கொண்டுள்ளது என்பதற்கு ஏதாவது சான்று உள்ளதா?

B. காற்று வெளியை (Space) அடைக்கின்றது என்பதைக் காட்டுதல்

1. ஒரு புட்டியினையும் ஒரு புனலையும் கைவசப்படுத்துக. புட்டியின் கழுத்தில் புனலை வைத்திடுக. புனலைச் சுற்றியுள்ள இடத்தை மாதிரி உருவம் அமைக்கும் களிமண்ணினால் நிரப்புக. புட்டியின் கழுத்தில் ஈரக் களிமண் இறுக்கமாகத் திணிக்கப்பெற்றுள்ளது என்பதை உறுதிப்படுத்திக்கொள்க. புனலினுள் மெதுவாக நீரினை ஊற்றுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? காற்றினைப்பற்றி இஃது எதனைக் காட்டுகின்றது?

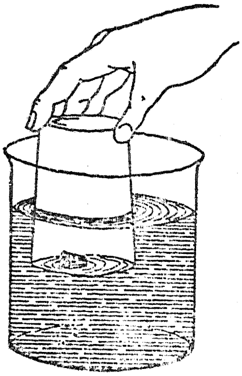
2. சோதனை 1 ஐத் திரும்பவும் செய்திடுக; புனலின் உச்சிவரை நிரம்பும்படி அதனுள் நீரை ஊற்றுக. உருவம் அமைத்திடும் களிமண்ணின் வழியாகப் புட்டியின் உட்புறத்திற்கு ஓர் ஆணியைக் கொண்டு கவனமாக



ஒரு துளையினை இடுக. நீங்கள் என்ன கண்டீர்கள்? அஃது ஏன் நிகழ்ந்தது?

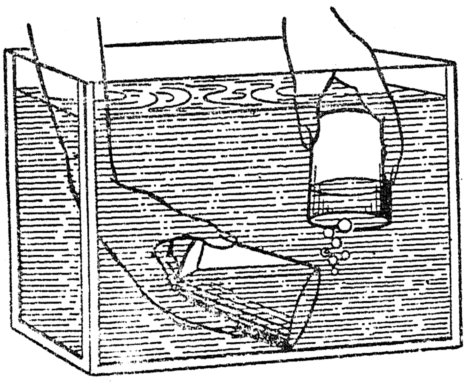
B. காற்று வெளியை அடைக்கின்றது என்பதைக் காட்டுதல்

3. பாதி நீர் நிறைந்துள்ள ஒரு பெரிய கண்ணாடிச் சாடியில் ஒரு தக்கையினை மிதக்க விடுக. தக்கையின்மீது ஒரு நீர் பருக உதவும்



கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் வாயைத் தலைகீழாக வைத்துக்கொண்டு அதனைக் கீழிறக்குக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் அடிமட்டத்தில் ஒரு துண்டுத் தாளினை இறுக்கமாக இருக்குமாறு திணித்து வைத்து இதனைத் திரும்பவும் செய்க. தாள் நனைகின்றதா?

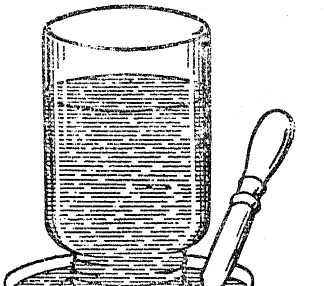
4. நீர்ப் பொருட்காட்சிப் பெட்டிக்குரிய பாத்திரம் அல்லது ஒரு பெரிய நீர்த் தொட்டியினைக் கைவசப்படுத்தி, கிட்டத்தட்ட அதனை நீரால் நிரப்புக. ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் வாய் தலைகீழாக இருக்குமாறு வைத்துக் கொண்டு அந்த நீர்த் தொட்டியில் இறக்குக. மற்றொரு கையினால் மற்றொரு கண்ணாடிப் பாத்-



திரத்தைத் தொட்டியில் இறக்குக. அதனுடைய வாய் மேற்பக்கமாகச் சாய்த்த நிலையில் இந்தக் கண்ணாடிப் பாத்திரம் நீரினால் நிரம்பட்டும். முதற் கண்ணாடிப் பாத்திரத்திற்குமேல் இரண்டாவது கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை அதன் வாய் தலைகீழாக இருக்குமாறு பிடித்துக்கொள்க. முதற் பாத்திரத்தை மெதுவாகச் சாய்த்து அதிலுள்ள காற்று மெதுவாகத் தப்பிப் போகுமாறு செய்க. முதற் பாத்திரத்திலிருந்து காற்றினை இரண்டாவது பாத்திரத்தில் நிரப்புக. காற்றைப் பற்றி இஃது எதனைக் காட்டுகின்றது?

5. நீர்ப் பொருட்காட்சிப் பெட்டிக்குரிய பாத்திரத்தில் ஓர் உயரமான கண்ணாடிச் சாடியினை வைத்திடுக. அதன் வாய் தலைகீழாக அடிமட்டத்தில் நின்ற நிலையில் அது நீரால் நிரம்பியிருக்கட்டும். ஓர் இரப்பர்க் குழல் அல்லது ஒரு சோடா பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழலைப் புட்டியின் ஓரத்தின்கீழ் வைத்து மெதுவாகக் குழலினுள் ஊதுக. காற்றைப் பற்றி இஃது எதனைக் காட்டுகின்றது?

6. ஆழமற்ற நீருடன் கூடிய தட்டொன்றில் நீரால் நிரப்பப்பெற்றுள்ள ஓர் உயரமான கண்ணாடிச் சாடியைக் கவிழ்த்திடுக. முதலில் சாடியை நீரால் நிரப்பியும், அதன் வாயில் ஒரு கண்ணாடி அல்லது அட்டைத் துண்டினை வைத்தும் அதன் பிறகு அதனை நீருள்ள தட்டில் கவிழ்த்தும் இது செய்யப்பெறலாம்.



தட்டில் நீரின் அடியில் அந்த மூடியை நீக்குக. சாடியின் விளிம்பினை ஒரு சிறிது உயர்த்தி அதன்கீழ் மருந்து சொட்டும் குழல் ஒன்றன் முனையை வைத்திடுக. மருந்து சொட்டும் குழலின் குமிழை அழுத்தி என்ன நேரிடுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. இது பல தடவைகள் திரும்பத் திரும்பச் செய்யப்பெறலாம். காற்றினைப்பற்றி இஃது என்ன காட்டுகின்றது?

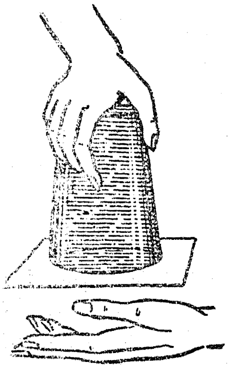
7. இறுக்கமாகப் பொருந்தக்கூடிய தக்கை அல்லது இரப்பர் அடைப்பானுடன் கூடிய ஒரு புட்டியைக் கைவசப் படுத்துக. ஒரு சிறு காற்றுக் குமிழைத் தவிரப் புட்டியினை நீரால் நிரப்புக. புட்டியை அதன் பக்கவாட்டில் திருப்பித் தக்கையின்மீது அழுத்துவதால் காற்றுக் குமிழை மறையுமாறு செய்க. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? காற்றினைப்பற்றி இஃது என்ன காட்டுகின்றது?

C. காற்றிற்கு எடை உண்டு என்பதைக் காட்டுதல்

1. ஒரு மீட்டர் கோல் அல்லது கெசக்கோல் போன்ற ஒரு நீண்ட கோலின் சரியான நடு மையத்தின் வழியாக ஒரு மெல்லிய ஆணியை அடித்திடுக. இரண்டு கண்ணாடிப் பாத்திரங்களின் விளிம்புகளில் அந்த ஆணியைத் தாங்கச் செய்து அந்தக் கோலினைச் சமநிலைப்படுத்துக. ஒரு சிறிய நீளமுள்ள கம்பியைக்கொண்டு ஓர் எடையேறியை (Rider) அமைத்து அக் கோலின் சமநிலையாவதற்கு எடை தேவைப்படும் முனையில் அதனை வைத்திடுக. கோல் குறைபாடின்றிச் சமநிலையாகும்வரையில் எடையேறியினை நகர்த்துக. கோலின் ஒரு முனையில் ஓர் இரப்பர்ப் பலூனையும் ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையினையும் தொங்கவிடுக. கோலின் மற்றொரு முனையில் ஏதாவது எடையினைக் கொண்டு பலூனுக்குச் சரியாக ஈடுகட்டுக. கோலில் பலூனும் அதற்கு ஈடாக வைக்கப்பெற்ற எடையும் வைக்கப்பெற்ற இடங்களை அடையாளம் செய்திடுக. பலூனை அகற்றி ஒரு மிதி வண்டியின் பம்பினைக் கொண்டு அதனை உப்பச் செய்க. ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையினால் அதனை மூடுக. அடுத்து, பலூனையும் அதன் ஈடான எடையையும் அவை முன்னிருந்த இடங்களிலேயே தொங்கவிடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? காற்றினைப்பற்றி இஃது எதனைக் காட்டுகின்றது? எனினும், பலூன் அதன் பரிமாணத்தில் அதிகரித்து, அதன் காரணமாக அதிகக் காற்றை இடம் பெயரச் செய்கின்றது என்பதை நினைவில் கொள்ளவேண்டும். இந்த வினைவினால் நேர்ந்த அதிகரித்த மிதக்கும் தன்மை, சோதனையைச் சிக்கலாக்குகின்றது; ஆனால் பலூன் மிகக் கெட்டியாக ஊதச் செய்யப்பெற்றால் எடையின் அதிகரிப்பு உற்றுநோக்கப்பெறலாம். மிதி வண்டி வால்வு பொருத்தப்பெற்ற உலோகத் தாலான வெந்நீர்ப் புட்டி பலூனுக்குப் பதிலாகப் பயன் படுத்தப்பெற்றால் இந்த இக்கட்டு தவிர்க்கப்பெறலாம்.

D. காற்று அமுக்கத்தைத் தருகின்றது என்பதைக் காட்டுதல்

ஒரு நீர்பருகப் பயன்படும் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் விளிம்புவரை நீரினால் நிரப்புக.



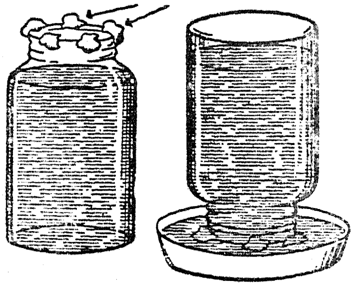
அதன்மீது ஓர் அட்டைத் துண்டினை வைத்திடுக. கண்ணாடிப் பாத்திரத்துடன் சேர்த்து அட்டையைப் பிடித்துக்கொண்டு பாத்திரத்தைத் தலைகீழாகத் திருப்புக. அட்டையைப் பற்றிக்கொண்டிருக்கும் கையை எடுத்துவிடுக.

இங்ஙனம் கவிழ்க்கப்பெற்ற கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை ஒரு மழமழப்பான மேசையின்மீது வைத்துக் கவனமாக அந்த அட்டைத் துண்டினை மேசையின்மீதே நழுவச் செய்துவிடுக. மேசையின்மீது கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை மெதுவாக நகர்த்துக. மேசையின்மீது நீர் சிந்தாமல் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை வெறுமையாக்கும் ஒரு வழியை நீங்கள் சொல்லக் கூடுமா? இந்தச் சோதனை காற்றினைப்பற்றி எதனைக் காட்டுகின்றது?

D. காற்று அமுக்கத்தைத் தருகின்றது என்பதைக் காட்டுதல்

2. ஓர் உயரமான கண்ணாடிச் சாடியைத் தேர்ந்தெடுத்து அதன் விளிம்பின்மீது ஒரு சில களிமண் கட்டிகளை வைத்திடுக. சாடியை நீரினால் நிரப்புக. களிமண்ணின்மீது ஒரு சாறுணும் தட்டினை வைத்து, அதன் பின்னர் உயரமான சாடியையும் சாறுணும் தட்டினையும் கவிழ்த்திடுக. இந்த ஏற்பாடு கோழிக்குஞ்சுகட்கு நீர் பருகும் ஊற்றாகப் பயன் படுத்தப் பெறலாம். சாடியில் ஏன் நீர் தங்குகின்றது?

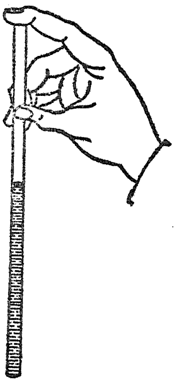
களிமண் கட்டிகள்



சாறுணும் தட்டினின்றும் ஒரு சிறிது நீரினை அகற்றுக. என்ன நேரிடுகின்றது? ஏன்?

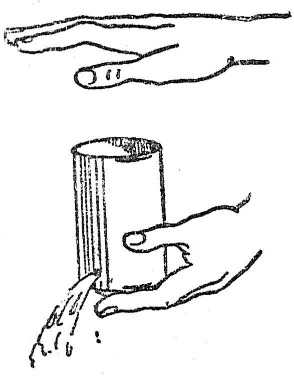
3. 5 செ. மீ. அகலமும் 60 செ. மீ. நீளமுமுள்ள ஒரு மெல்லிய பலகையைக் கைவசப் படுத்துக. கிட்டத்தட்ட 25 செ. மீ. விளிம்பின் மீது ஒட்டிக்கொண்டிருக்குமாறு அந்தப் பலகையை ஒரு மேசையின்மீது வைத்திடுக. ஒரு செய்தித் தாளினை எடுத்து மேசையின் மீதுள்ள பகுதி முற்றிலும் மூடப்பெறும் வண்ணம் அதனை விரித்திடுக. அடுத்து, தாளின் மையத்திலிருந்து விளிம்புகளை நோக்கிக் கைகளினால் தட்டித் தாளின்கீழுள்ள எல்லாக் காற்றினையும் அமுக்குக. தாளின் கீழுள்ள காற்றினை எவ்வளவு நன்றாக நீங்கள் அகற்றுகின்றீர்கள் என்பதைப் பொறுத்து இந்தச் சோதனையின் வெற்றி அமைகின்றது. இது செய்யப்பெற்றதும் யாரையாவது ஒருவரைக்கொண்டு நீட்டிக்கொண்டுள்ள முனையருகில் ஒரு கோலினைக்கொண்டு பலமாக அடிக்குமாறு செய்திடுக. என்ன நேரிடுகின்றது? இது காற்றினைப்பற்றி எதனைக் காட்டுகின்றது?

4 ஒரு நேரான கண்ணாடிக் குழல் அல்லது சோடா பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழலின் நுனியில் ஒரு விரலை வைத்துக்கொண்டு அதனை வண்ணநீரினைக் கொண்டுள்ள ஒரு சாடியினுள் இறக்குக. விரலினை அகற்றி என்ன நேரிடுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. குழலின் உச்சியில் மீண்டும் விரலை வைத்துக்



கொண்டு சாடியினின்றும் குழலினை உயர்த்துக. என்ன நேரிடுகின்றது? ஏன்? காற்றினைப் பற்றி இஃது என்ன காட்டுகின்றது?

5. ஒரு தகரக் குவளையின் அடிமட்டத்தின் அருகில் ஓர் ஆணியைக் கொண்டு ஒரு துளையினை இடுக. குவளையை நீரினால் நிரப்புக. குவளையின் உச்சியின்மீது உள்ளங்கையை இறுக்கமாக



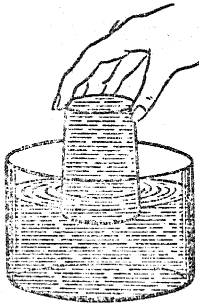
வைத்துப் பிடித்துக் கொள்க; துளையின் வழியாக நீர் ஓடுவது நின்றுவிடும். கையை அகற்றினால் நீர் துளையினின்றும் ஓடுகின்றது. இஃது எதனைக் காட்டுகின்றது?

6. ஓர் உயரமான கண்ணாடிச் சாடி அல்லது புட்டியைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. சிறிதளவு காகிதத்தை மரையாணி போல் சுருட்டி, அதனைத் தீப்பற்றச்செய்து அக் கொள்கலத்தினுள் வீழ்த்துக. விரைவாகக் கொள்கலத்தின்மீது ஓர் இரப்

பர்ப் பலூனை இழுத்துக் கிடத்துக; அல்லது அதன் உச்சியில் ஓர் இரப்பர்த் துண்டினை வைத்து மூடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? இஃது ஏன் நிகழ்ந்தது என்று நீங்கள் விளக்கக்கூடுமா?

7. ஒரு முட்டையைப் பத்து நிமிடங்கட்கு அல்லது அது மிகக் கெட்டியாகும்வரையில் கொதிக்கவைத்திடுக. அதன் ஓட்டினை அகற்றுக. முட்டையை அப்படியே அதன் கெட்டியான வெள்ளைப் பகுதி உடையாமல் திணிக்கக் கூடிய தற்கேற்ற கழுத்தினையுடைய ஒரு புட்டியினைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. ஒரு குவார்ட் அல்லது லிட்டர் அளவுள்ள பால் புட்டி இதற்கு நன்றாக அமையும். ஒரு துண்டுக் காகிதத்தை மரையாணி போல் சுருட்டி, தீயில் கொளுத்திப் புட்டியினுள் வீழ்த்துக. முட்டையின் கூர்மையான பகுதி கீழ்நோக்கியிருக்குமாறு அதனைப் புட்டியின் வாயில் விரைவாக வைத்திடுக. என்ன நேரிடுகின்றது? இதனை நீங்கள் எங்ஙனம் விளக்குவீர்கள்? முட்டையை வெளியில் எடுப்பதற்காகப் புட்டியைத் தலைகீழாகத் திருப்புக. முட்டையின் கூரான பகுதி கீழ் நோக்கிய நிலையில் அது புட்டியின் வாயில் தங்கியிருக்கட்டும். இப்பொழுது புட்டியினுள் வேகமாக ஊதி விளைவுகளை உற்றுநோக்குக.

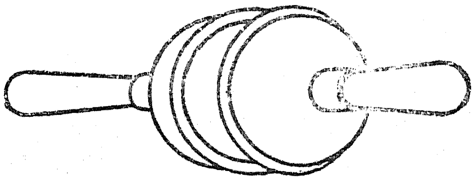
8. நீருள்ள ஒரு பெரிய கொள்கலனில் பருக உதவும் ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை அமிழ்த்துக. அக்கண்ணாடிப் பாத்திரம் நீரினால் நிரம்பியிருக்கட்டும். அக்கண்ணாடிப் பாத்திரம் கிட்டத்



தட்ட நீருக்கு வெளியிலிருக்கும்வரையிலும் அதன் வாய்ப்பகுதி கீழ்நோக்கியிருக்குமாறு வைத்துக்கொண்டு அதனை மேல்நோக்கி உயர்த்துக. ஏன் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தினின்றும் நீர் வெளியேறவில்லை?

9. ஒரு நீர்க்குழலில் பொருந்தக்கூடிய அமுக்குகிண்ணத்தை (Force cup) நீரினால் நனைத்து முக்காலியின் உச்சிபோன்ற சமதளமாகவுள்ள இடத்தின்மீது அழுத்துக. அடைப்பானைக்கொண்டு முக்காலியை உயர்த்த முயலுக. ஏன் இஃது இயலுகின்றது?

10. நீர்க்குழலில் பொருந்தக்கூடிய இரண்டு அமுக்குகிண்ணங்களின் விளிம்புகளை நனைத்திடுக. இரண்டு இரப்பர்க் கிண்ணங்



களையும் சேர்த்து அமுக்கி அதன்பிறகு இரண்டையும் பிரிக்க முயலுக. இரண்டையும் தனித் தனியாக இழுப்பதில் ஏன் அவ்வளவு தொல்லை உண்டாகின்றது? இச் சோதனை பண்டைய மேக்டிபர்க் அரைக் கோளங்களின் (Magdeburg Hemispheres) சோதனையைப் போன்றது.

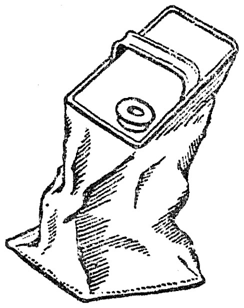
11. உங்கள் வாயில் வைத்துக்கொண்டிருக்கும் பலூனில் சிறிதளவு காற்றினை ஊதுக. அந்தப் பலூனை ஒரு மேசையின் உச்சியருகில் கொணர்ந்து இரண்டு தேநீர்க் கிண்ணத்தினால் அதன் பக்கங்களை அழுத்துக. மேலும் சிறிது காற்றினைப் பலூனுக்குள் ஊதி, அதன்பிறகு பலூனின் வாயினை நசுக்கியவண்ணம் மூடிவிடுக. இச்சோதனை கவனமாகச் செய்யப்பெற்றால் நீங்கள் பலூனுடன் இரண்டு கிண்ணங்களையும் தூக்கலாம். பலூனுடன் கிண்ணங்களை எது பிடித்துக் கொள்ளுகின்றது?

12. நீர் பருக உதவும் இரண்டு தடித்த கண்ணாடிப் பாத்திரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவற்றுள் ஒன்றில் ஈரமான மையொற்றுத் தாளின் பட்டையைப் பொருத்துக. ஒரு துண்டுக் காகிதத்தை மரையாணிபோல் சுருட்டி, தீயில் பற்றச் செய்து மேசையின்மீதுள்ள ஒரு பாத்திரத்தினுள் வீழ்த்துக. கவிழ்க்கப்பெற்றுள்ள மற்றொரு பாத்திரத்தை விரைவாக மையொற்றுத் தாளுடன் இறுக்கமாக அழுத்துக. மேலுள்ள கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை தூக்கிக் கீழுள்ள பாத்திரத்தையும் எடுக்க முடியுமா? ஏன்?

13. நீர் பருக உதவும் இரண்டு தடித்த கண்ணுடிப் பாத்திரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. ஒவ்வொன்றையும் நீரால் நிரப்புக. ஒன்றன்மீது ஒரு துண்டுக் காகிதத்தை வைத்து, அதனை இரண்டின் விளிம்புகளும் நெருங்கி இணையுமாறு மற்றொன்றன்மீது கவிழ்த்திடுக. காகிதத்தினை அகற்றுக. என்ன நேரிடுகின்றது? ஏன்?

14. மரையுடன் கூடிய மூடியைக்கொண்ட ஒரு தகரக் குவளையில் கிட்டத்தட்ட 3 செ. மீ. அளவுள்ள நீரினை ஊற்றுக. குவளை திறந்தநிலையில் அதனை ஓர் அடுப்பின்மீது (Stove) வைத்து நீர் கொதித்து நீராவி திறந்த பகுதியின் வழியாக வெளிவரும் வரையில் அதனைச் சூடாக்குக. குவளையை விரைவாக நெருப்பினின்றும் அகற்றி மூடியைப்போட்டு இறுக்கமாகத் திருகி விடுக. குவளையை அப்படியே விட்டுவைத்து முடிவுகளை உற்றுநோக்குக. குவளையின்மீது குளிர்ந்த நீரினை ஓடச் செய்தோ அல்லது அதனைக் குளிர்ந்த நீருள்ள தொட்டியில் மூழ்கும்படி செய்தோ இந்த விளைவினை விரைவுபடுத்தலாம். குவளை துளையிடப்பெருதவரையில், அதனை இலேசாகச் சூடாக்கி அது திரும்பவும் பயன் படத்தக்கவாறு பருமனுக்கிக் கொள்ளலாம்.

வீடுகளில் மாசுபோக்கிகளின் (Detergents) கொள்கலன்களாகப் பயன்படும் பிளாஸ்டிக் புட்டிகள் அல்லது பீப்பாய்கள் இத்தகைய ஒரு சோதனைக்குப் பயன்படுத்தப்பெறலாம். மூடியை அகற்றிப் புட்டியைக் கழுத்துவரையில் ஒரு சில நிமிட நேரம் வெந்நீரில் வைத்திடுக. திரும்பவும் மூடியைப் போட்டுப் புட்டியைக்



குளிர்ந்த நீரில் அமிழ்த்துக. என்ன நேரிடுகின்றது என்பதை விளக்குக.

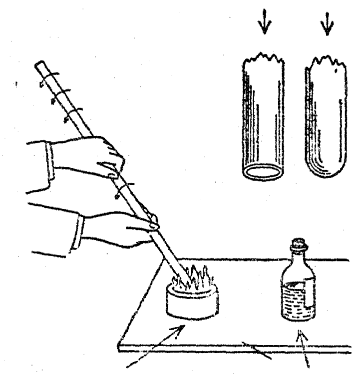
15. தீய்ந்துபோன மின் விளக்குக் குமிழினை ஒரு வாயு அல்லது சாராய விளக்கில் இலேசாகச் சூடுபடுத்தி அதனினின்றும் பித்தளைக் கூட்டினை அகற்றுக. முத்திரை அரக்கு புகை விடத் தொடங்கியதும், சாமணத்தைக் கொண்டு கூட்டினை இருகப் பற்றிக்கொண்டு கண்ணுடிக் குமிழினின்றும் அதனை முறுக்கி இழுத்துவிடுக. குமிழினின்றும் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் மூடப்பெற்றிருந்த குழலின் நுனியை உற்றுநோக்குக; இக் குழல்மூலந்தான் காற்று அகற்றப்பெற்றது. வண்ண நீருள்ள ஒரு சாடியில் குமிழின் குழல் முனை கீழிருக்குமாறு அதனை வைத்திடுக. குழல் நீரில் இருக்கும்பொழுது குழலின் நுனியை ஒரு சாமணத்தால் நறுக்கி விடுக. என்ன நேரிடுகின்றது? நீங்கள் இதனை எங்ஙனம் விளக்குவீர்கள்?

E. காற்றின் அமுக்கத்தை அளத்தல்

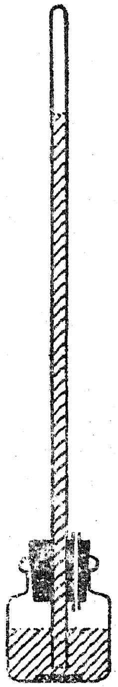
1. எளிய பாதரசக் காற்று அழுத்தமானி :

கிட்டத்தட்ட 80 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு குழலின் நுனியை ஒரு வாயுச் சுவாலையில் சுழலும்படி செய்து அடைத்துவிடுக. எவ்வளவு இயலுமோ அவ்வளவு அக் குழல் செங்குத்தாகப் பிடித்துக் கொள்ளப்பெறுதல் வேண்டும். திறந்துள்ள வாயு அழுத்தமானிக் குழலுடன் ஒரு சிறிய புனல் அல்லது வேருெரு குழலை (Thistle tube) ஒரு சிறு இரப்பர்க் குழலால் இணைத்திடுக. பாதரசத்தை மெதுவாகக் குழலினுள் ஊற்றுக. காற்றுக் குமிழிகள் சிக்கிக் கொண்டால் குழலிலுள்ள பாதரசத்தை மேலும்கீழுமாகக் குலுக்கி அவை நீக்கப்பெறலாம். உச்சியில் 1 செ. மீ.க்குள் இருக்குமாறு குழலினை நிரப்புக. பாதரசம் சேதப்படாமலிருக்கும்பொருட்டு இறுதிப் பகுதி ஒரு மருந்து சொட்டும் குழலினைக்கொண்டு நிரப்பப்பெறுகின்றது. குழல் மட்டத்திற்குமேல் ஒரு சிறிது பாதரசம் நீட்டிக்கொண்டிருக்குமாறு அதனை நிரப்புக. ஒரு புட்டியினுள் அல்லது தட்டில் கிட்டத்தட்ட 2 செ. மீ. அளவுள்ள பாதரசத்தை ஊற்றுக. உங்களுடைய விரலைக் குழல் முனையின்மீது வைத்துக்கொண்டு அதன்

திறந்த முனை கீழிருக்குமாறு அதனைப் பாதரசமுள்ள ஒரு சாடியில் வைத்திடுக. விரல் பாதரசத்தின் மேல்மட்டத்தின்கீழ் இருக்கும் பொழுது அதனைக் குழலினின்றும் எடுத்து விடுக. இக் குழல் சரியான முறையில் தாங்கப் பெற்றால் அஃது ஒரு பாதரசக் காற்று அழுத்த மானியாகச் செயற்படும். சாடியிலும் குழலிலும் உள்ள பாதரச மட்டங்களுக்கு இடையிலுள்ள பாதரசத்தின் உயரம் சென்டிமீட்டர் அல்லது அங்குலத்தில் காற்றின் அமுக்கத்தை அளக்கின்றது.



ஒரு நிரந்தரமான காற்று அழுத்தமானியில் ஒரு மைப்புட்டி பாதரசத்தின் கொள்கலனாகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம். அதனைச் சரியான முறையில் அமைத்திடுவதற்கு அடியிற்கண்ட செயல்முறை (Procedure) பயன்படுத்தப் பெறலாம்; இங்கு விவரித்த முறைப்படி குழலைப் பாதரசத்தால் நிரப்புவதற்குமுன்னர் காற்று அழுத்தமானியின் குழலுக்குப் பொருத்தமாக வுள்ள தக்கை யொன்றினைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. திறந்த முனையிலிருந்து சுமார் 15 செ. மீ. அளவில் தக்கையைக் குழலின்மீது வைத்து அதன் ஒரு புறத்தின் நெடுக ஒரு சிறிய கத்தரிப்பினைச் செய்திடுக. இப்பொழுது போத்தலின் வாய்க்கு எதிர்ப்புறமாக அடிமட்டத்தின் மீது ஒரு மிதிவண்டி இரப்பர் ஒட்டுத் துண்டினை ஒட்டுக. மேலே விவரித்தவாறு காற்று அழுத்தமானியின் குழலை நிரப்பி திறந்துள்ள முனையின்மீது புட்டியின் கழுத்து கீழ்நோக்கி யிருக்குமாறும் குழலின் உச்சியின்மீது இரப்பர் ஒட்டுத்துண்டு இறுக்கமாக அழுத்திக் கொண்டிருக்குமாறும் வைத்திடுக. குழலை ஒட்டுத் துண்டுடன் சேர்ந்திருக்குமாறு வைத்துக்கொண்டு இரண்டினையும் திருப்பிப் புட்டியினை ஒரு பெஞ்சியின் மீது வைத்திடுக. இன்னும் குழலை அழுத்தியவண்ணம் வைத்துக் கொண்டு புட்டியினுள் சிறிதளவு பாதரசத்தினை ஊற்றுக. இப் பொழுது குழலினின்றும் பாதரசம் ஓடுவதற்காக அதனைச் சிறிதளவு உயர்த்திப் புட்டியின் கழுத்தினுள் தக்கையைத் தள்ளி விடுக.

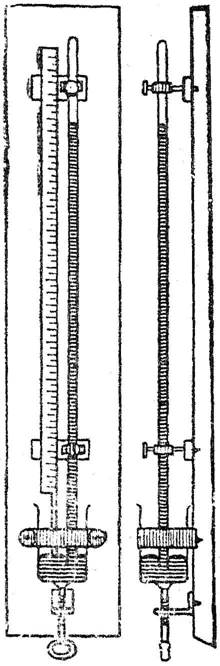


விருப்பப்பட்டால், காற்று அழுத்தமானியை மீட்டர் அளவுகோல் இணைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு பலகைதாங்கியில் (Bracket) தாங்கப்பெற்றுச் சுவரில் தொங்கவிடப் பெறலாம். அதன்பிறகு காற்று அழுத்தமானியின் உச்சிப் பகுதியும் தாங்கப்பெறுதல் வேண்டும்; மைப் புட்டியும் பலகை தாங்கியுடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு தகரத்துடன் இறுக்கமாகப் பொருந்துமாறு செய்யப்பெறலாம். பாதரசக் களஞ்சியத்தின் தக்கையிலுள்ள கத்தரிப்பின்மூலம் காற்றினை ஊதியோ அல்லது உறிஞ்சியோ மேற்பரப்பின்மீது அமுக்கத்தை மாற்றுவதனால் ஏற்படும் விளைவிற்குச் செய்முறை விளக்கம் தரலாம்.

2. ஃபார்ட்டின் வகைக் காற்று அழுத்தமானி :

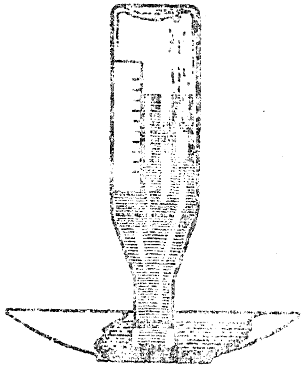
ஓர் எளிய ஃபார்ட்டின் வகைக் காற்று அழுத்தமானி தொடக்க நிலை ஆய்வகத்திற்கு அப்போதைய ஏற்பாடாக அமைக்கப்பெறலாம். 18 செ. மீ. நீளமும், 2·5 செ. மீ. அகலமும் உள்ள வெள்ளை மரத்துண்டாலான ஒரு பின்னணிப் பலகையில் பொருத்தப்பெற்றுள்ள மரக்கட்டைகளின்மீதுள்ள இரண்டு திரைக்கோல் பிடிகளினால் கண்ணாடிக் குழல் அதன் ஒரு முனை களஞ்சியத்திலிருக்குமாறு செங்குத்தாக நிறுத்தப்பெறுகின்றது. இதில் பாதரசக் களஞ்சியமாக பயன்படுவது ஓர் இறைச்சிச் சாடியாகும்; இது G-வடிவமுள்ள அலகின் மரையமைப்பினால் மேலும்கீழுமாக நகர்த்தப் பெறுதல் கூடும். இது பாதரசத்தின் மட்டங்களை

மாற்றி அதனை அளவுகோலின் அடிமட்டத்துடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கச் செய்கின்றது. பின்புறப் பலகையில் இணைக்கப்பெற்று களஞ்சியத்துடன் தளர்ச்சியாகப் பொருந்தியுள்ள பித்தளைப் பட்டையொன்றினால் களஞ்சியம் பக்கவாட்டில் நழுவி விழாதவாறு தடுக்கப்பெறுகின்றது. முதல் 10 செ. மீ. பாதரசத்தின் மேற்பரப்பைத் தொடக்கூடியவாறு அளவுகோல் நறுக்கப்பெறுகின்றது ; இதற்குப் பதிலாக தந்தத்தாலான தையலூசியொன்று பொருத்தப்பெறலாம். கண்ணாடிக் குழல் பற்றிகளைப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கும் மரக்கட்டைகளுடன் அளவு கோல் மரையாணிகளால் பொருத்தப் பெற்றுள்ளது. இந்தக் காற்று அழுத்தமானியைச் செயற்படச் செய்வதற்கு, களஞ்சியம் உச்சிவரையிலும் பாதரசத்தால் நிரப்பப்பெறுதல் வேண்டும்; இல்லையாயின், குழலின் திறந்த முனையை மேற்பரப்பின்கீழ்க் கொண்டுவருதல் தொல்லையாகி விடும். அதிகமாகவுள்ள பாதரசம் வடிகுழல் முறையால் அகற்றப்பெறுதல் கூடும். பாதரசத்தைத் தூய்மையாக வைத்துக் கொள்வதற்காக ஒரு வட்டமான அட்டைத் துண்டு பொருத்தப்பெறலாம் ; சிறுவர்களின் விரல்கள் பாதரசத்தில் பாடாதிருப்பதற்கும் அது தடையாகத் துணைசெய்கின்றது.



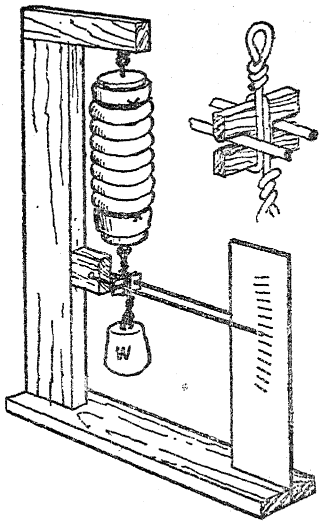
3. புட்டி காற்று அழுத்தமானி :

குறைவாக நீரால் நிரப்பப்பெற்றுள்ள புட்டியொன்று அதன் கழுத்து ஒரு சாறுணும் தட்டிலுள்ள அதிகமான நீரின் மேற்பரப்பின்கீழ் இருக்குமாறு கவிழ்க்கப்பெறுகின்றது. கோழிக் குஞ்சுகட்கு நீருட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப் பெற்ற ஏற்பாடுதான் இது ; ஆனால் வளிமண்டலத்தின் அமுக்க வேற்றுமைகள் புட்டியின் வெளியில் அதன்மீது ஒட்டப்பெற்றுள்ள தாளின்மீது கிட்டத்தட்டச் சரியாகப் பதியப் பெறுதல் கூடும்.



4. அனிராய்டு காற்று அழுத்தமானி :

ஒரு வாயுமுகமூடி (Gas mask)யிலுள்ள வளைந்து நெளியும் இரப்பர்க் குழல், அல்லது மிதிவண்டியின் கைப்பிடி ஒரு மாதிரி அனி



ராய்டு காற்று அழுத்தமானி செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப் பெறுதல் கூடும். நிகழக்கூடிய பல்வேறு தவறுகளின் காரணமாக இதில் அதிகத் திருத்தம் ஒன்றனையும் எதிர்பார்த்தலாகாது. இரண்டு நல்ல தக்கைகள் அல்லது நுண்துளைகளில்லாத மரத்துண்டுகள் ஒரு வெற்றிடப் பெட்டியாகப் பயன்படும் குழலின் முனைகளை மூடுவதற்குத் தேவைப்படுகின்றன. இரப்பர் சுருங்கின நிலையிலுள்ளபொழுது

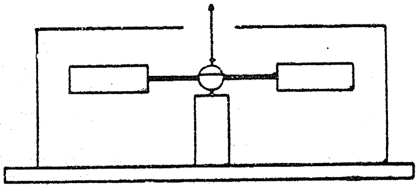
அவை பொருத்தப்பெற்று, மெழுகினைக் கொண்டும் இரப்பரின் வெளிப்புறத்தில் ஒரு கயிற்றினுல் கட்டியும் காற்று புகாதவாறு செய்யப்பெறுதல் வேண்டும்.

அடியிலுள்ள தக்கையில் தொங்கவிடப்பெற்று ஓர் எடை அரைகுறையாக வளி மண்டல அழுக்கத்தின் விளைவினை ஈடுசெய்து துருத்தியினை நீளச் செய்கின்றது.

வளிமண்டல அழுக்கத்தின் மாறுபாடுகள் ஒரு பெரிய குறிமுள்ளினுல் காட்டப்பெறுதல் கூடும்.

5. ஒரு தராசு காற்று அழுத்தமானி :

ஒரே வெப்பநிலையில் உலர்ந்த காற்று ஈரக் காற்றைவிட பளுவானது என்ற மெய்ம்மையைப் பொறுத்து இந்தப் பொறியமைப்பு அமைந்துள்ளது.

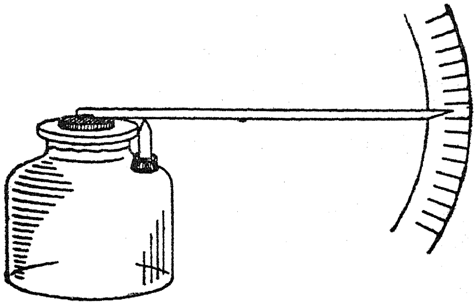


ஒரு நுண்ணளவு காட்டும் தராசுக் கோலில் முனைக்கு ஒன்ருக சமமான இரண்டு உருளைகள் (தகரக் குவளைகள் போதும்) ஏற்றப்பெறுகின்றன. ஜெண்டரின் அமைப்பு (இயல்-2, 9-ஆவதிலுள்ளது போன்றது) இதற்கு முற்றிலும் பொருத்தமாக அமையும்.

உருளைகளில் ஒன்று தரப்படுத்திய காற்றின் மாதிரியாக அடைக்கப்பெறுகின்றது; மற்றென்றில் வளிமண்டலத்தின் காற்று அதனுள் நுழைவதற்கேற்றவாறு தொளையொன்றினைக் கொண்டுள்ளது. ஆயினும், இந்தப் பொறியமைப்பு ஓர் உருளையுடன்மட்டிலும் மிதக்குந் தன்மையால் செயற்படுகின்றது; ஆனல் இரண்டு உருளைகளைப் பயன்படுத்திச் சமநிலையாக்குவது மிகவும் எளிது. காற்றலைகளினின்றும் காப்பதற்காக அஃது ஒரு பெட்டியில் ஏற்றி அமைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; உச்சியின் வழியாக நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் அளவு தெரிவிக்கும் கருவி ஒன்று தராசுக்கோலின் நிலையைக் காட்டுகின்றது.

6. மற்றேர் அனிராய்டு காற்று அழுத்தமானி :

ஒரு சிறிய கண்ணடிச் சாடியின் வாயின்மீது ஓர் இரப்பர்த் துண்டினை இழுத்து நீட்டுக. அஃது உறுதியாகப் பிணைவதற்கு ஒரு நூல் அல்லது கயிற்றினைக் கொண்டு இரப்பர்மீது சுற்றுக; அதன்பிறகு ஒழுங்காகக் கத்தரிக்கப்

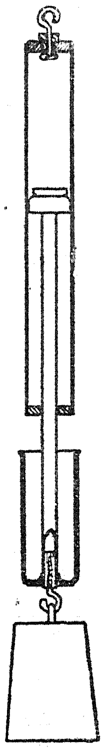


பெற்ற இரப்பர்த் தகட்டின் ஓரங்களின் அடியில் வீட்டிலுள்ள பசையினுல் வட்டமான வளையத்தை அமைத்திடுக. ஒரு தக்கையின் முனையினின்றும் ஒரு மெல்லிய வட்டமான துண்டினை வெட்டியெடுத்து அதனை இரப்பரின் நடுவில் ஒட்டுக. அடுத்து, ஒரு நீண்ட துடைப்பக் குச்சி அல்லது சோடா பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழலினைத் தக்கையுடன் ஒட்டுக. ஒரு தீக் குச்சி மரத்தின் தண்டினின்றும் ஒரு முக்கோணத்தை வெட்டியெடுத்து துடைப்பக் குச்சி அல்லது சோடா பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழல் அதன்மீது தங்குமாறு அதனைப் புட்டியின் முனையின்மீது ஒட்டுக. ஓர் அளவுகோல் இயற்றப்பெற்று அது துடைப்பக் குச்சியின் முனையின் பின்புறமாக வைக்கப்பெறுதல் கூடும்.

7. மிதிவண்டியின் பம்பினைக் கொண்டு வளிமண்டல அழுக்கத்தை அளத்தல் :

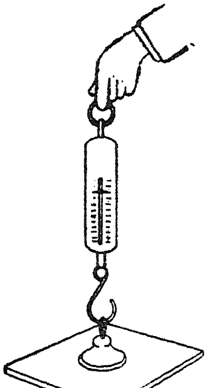
விளக்கப்படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு மிதிவண்டிப் பம்பு உந்து தண்டின் தோல் வளையத்தினைத் (Washer) தலைகீழாக அமைத்து அப் பம்பு வளிமண்டலத்தின் அழுக்கத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறலாம். பம்பின்

குழலினுள் சிறிதளவு கெட்டியான எண்ணெயை ஊற்றி உந்து தண்டு (Piston) காற்று புகாதவாறு இருக்கும்படி செய்யப் பெறலாம். பம்பின் குறுக்கு வெட்டுப் பகுதியின் பரப்பு கணிக்கப்பெறலாம்; அல்லது சதுரக் கட்டத் தாளினைக் கொண்டு அளக்கவும் பெறலாம். அதன்பிறகு காற்றின் அமுக்கம் ஒரு சதுர சென்டிமீட்டருக்கு இத்தனை கிலோ கிராம் என்று (kg/cm^2) கணக்கிடப்பெறலாம். பம்பின் கைப்பிடியுடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள மர முளையுடன் மரையாணி முறையில் பொருத்தப்பெற்றுள்ள கொக்கியில் பல்வேறு பளுவுகளைத் (Loads) தொங்கவிட்டு வளிமண்டல அமுக்கத்தின் மேல் நோக்கிய உந்து விசையால் (Upthrust) தாங்கப் பெறும் எடை கண்டறியப்பெறுகின்றது.



8. ஓர் உறிஞ்சும் இரப்பர்க் குழலினைக் (Rubber sucker) கொண்டு வளிமண்டல அமுக்கத்தினை அளத்தல் :

ஒரு வில் தராசினைப் பயன்படுத்தி ஒரு மழமழப்பான மேற்பரப்பினின்றும் ஓர் உறிஞ்சும் இரப்பர்க் குழலினை இழுத்தெறிவதற்குத் தேவையான விசை கண்டறியப் பெறுதல் கூடும். உறிஞ்சும் குழலினை ஒரு சதுரக் கட்டத் தாளின்மீது அமுக்குவதால் வளிமண்டல அமுக்கம் செயற்படும் இடத்தின் பரப்பு அளந்தறியப் பெறுதல் கூடும்.



கொக்கி பிணைக்கப் பெற்றுள்ள ஓர் உறிஞ்சு குழலினைப் பயன்படுத்துக. அத்தகைய ஒரு குழல் கிடைக்காவிடில், அதன் கழுத்தில் சிறிது தாமிரக் கம்பியினைக் கட்டி ஒரு வளையம் அல்லது கண்ணியினை அமைத்திடுக.

ஆய்வகத்திலுள்ள (Laboratory) பெஞ்சு மழமழப்பாக இராவிட்டால் ஒரு கண்ணாடித் தட்டினை பயன்படுத்துக; இக் கண்ணாடித் தட்டினை ஒரு கையினால் பிடித்துக்கொண்டும் மற்றொரு கையினால் வில் தராசினை இழுத்துக்கொண்டும் இதனைச் செய்திடலாம்.

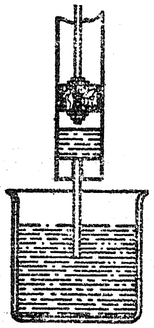
F. பம்புகள் எங்ஙனம் காற்றின் அமுக்கத்தினைப் பயன்படுத்துகின்றன என்பதைக் காட்டுதல்

1. ஒரு கொள்கலனினின்றும் காற்றின் பல்வேறு அமுக்கங்கள் எங்ஙனம் நீரை வெளியில் தள்ளுகின்றன ?

ஒரு சோதனைக் குழலை இரண்டு-துளையுள்ள இரப்பர் அடைப்பானுடன் பொருத்துக. ஒரு துளையின்வழியாகக் கிட்டத்தட்ட சோதனைக் குழலின் அடிமட்டம்வரை எட்டக்கூடிய ஒரு கண்ணாடிக் குழலினை அமைத்திடுக. சோதனைக் குழலில் நீரினை ஊற்றிக் கண்ணாடிக் குழலின் மேல் முனையை வாயில் வைத்து நீரினை உறிஞ்சுக. என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. அடுத்து, இரப்பர் அடைப்பானின் திறந்துள்ள துளையை இறுக்கமாக அடைத்துக் கொண்டு கண்ணாடிக் குழலின் வழியாக நீரினை உறிஞ்சுக. என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. வேறுபாட்டிற்கு என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?

2. எளிய பீச்சாங்குழல் பம்பு :

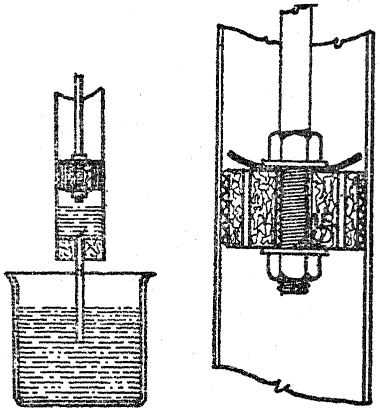
கண்ணாடிக் குழல் அல்லது உலோகக் குழல் (இரும்புக் குழல் அல்லது கால்வாய்க் குழல் இதற்குப் பொருத்தமானது), இரண்டு தக்கைகள், ஓர் உலோகக் கோல் இவற்றினைப் பயன்படுத்தி ஓர் எளிய பீச்சாங்குழலை (Syringe) அமைத்திடுக. உந்து தண்டாகப் பயன்படும் தக்கையைச் சுற்றிலும் கயிற்றினால் மூடி அஃது இறுக்கமாகப் பொருந்துமாறு செய்யப்பெறுகின்றது.



கண்ணாடிக் குழல், மூங்கிற் குழல் அல்லது உறுதியான வைக்கோல் புற்குழலுடன் கூடிய மற்றொரு தக்கை உள்ளிழுக்கும் சாதனமாகச் செயற்படுகின்றது.

3. மேலிழுக்கும் பம்பு :

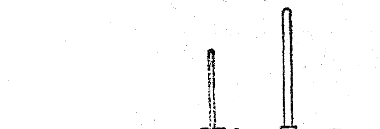
பீச்சாங்குழலை மாற்றி அதனை ஓர் எளிய மேலிழுக்கும் பம்பாக (Lift pump) இயற்றுவதற்கு ஒரு சூடான கம்பியினைக்கொண்டு எரிப்பதால் உந்து தண்டில் இரண்டு துளைகளை



உண்டாக்கி, அவற்றின் மேற்புறத்தில் தடுக்கிதழாகச் (Valve) செயற்படுவதற்கு ஒரு தோல் அல்லது இரப்பர்த் துண்டினைப் பொருத்துக. உந்து தண்டு மேல்நோக்கி இயங்கும்பொழுது இந்தத் துளைகள் தடுக்கிதழால் மூடப்பெறுகின்றன; அது கீழ்நோக்கி இயங்கும்பொழுது அத்தடுக்கிதழ் துளைகளின்வழியாகத் திரவத்தைச் செல்ல விடுகின்றது.

4. விளக்குக் கண்ணாடி மேலிழுக்கும் பம்பு :

ஒரு நேரான-பக்கத்தைக் கொண்ட விளக்குக் கண்ணாடியினை ஒரு பம்பு உருளையாகப் பயன்



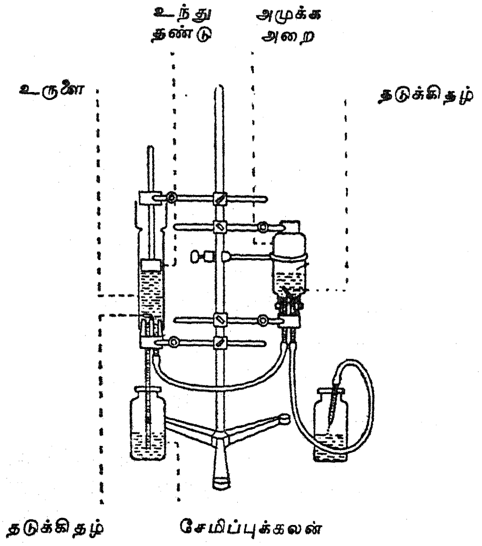
படுத்துக. இரண்டு-துளையுள்ள ஓர் அடைப்பானை இந்தக் கண்ணாடியினுள் உந்து தண்டாகப் பொருத்துக. அடைப்பான் சற்றுச் சிறிதாக இருப்பின் அதனைச் சுற்றிச் சிறிதளவு கயிற்றினால் மூடி இறுக்க நிலையில் பொருந்துமாறு செய்க. அஃது ஒருசிறிது பெரிதாக இருப்பின் ஓர் உப்புத் தாளினைக்கொண்டு ஓரளவு சிறிதாகச் செய்துகொள்ளலாம். ஒரு துளையின் வழியாக ஓர் இரும்பு அல்லது பித்தளைக் கோலினை நுழைத்து அதனை உந்து தண்டாகச் செய்திடுக. மற்றொரு துளையை அடைப்பானின் மேற்புறத்தில் ஒரு சிறிய இரப்பர்த் தகடு அல்லது பழைய கால்புதை அரணத்தில் (Shoe) வெட்டப்பெற்ற மென்மையான தோலினால் மூடுக. இஃது உந்து தண்டின் தடுக்கிதழாக அமையும். அடைப்பானுள் திணிக்கப்பெற்ற ஓர் ஆணியால் இஃது அதன் நிலையில் வைக்கப்பெறுதல் கூடும்.

50 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழலுடன் கூடிய ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானை விளக்குக் கண்ணாடியின் கீழ்முனையுடன் பொருத்துக. அடைப்பானில் துளைக்குமேல் இரப்பர் அல்லது மென்மையான தோலாலான மற்றொரு தடுக்கிதழை வைத்திடுக. இஃது அடிமட்டத்திலுள்ள தடுக்கிதழாக அமையும். ஒரு தட்டில் நீரை வைத்திடுக. உந்து தண்டின் உச்சியில் ஒரு சிறிதளவு நீரை ஊற்றிப் பம்பினைச் செயற்படத் தொடக்குக. உந்து தண்டு மேலெழும்பொழுதும் அது கீழிறங்கும்பொழுதும் தடுக்கிதழ்களை உற்றுநோக்குக. மேலிழுக்கும் பம்பு செயற்படுவதற்குக் காற்றின் அமுக்கம் எங்ஙனம் துணைசெய்கின்றது?

5. விளக்குக் கண்ணாடி மேலேற்றும் பம்பு (Force pump) :

மேலே விவரித்த மேலிழுக்கும் பம்பிலுள்ள உந்து தண்டின் இரண்டு-துளை அடைப்பானுக்குப் பதிலாக ஒரு-துளை அடைப்பானை வைத்திடுக. அத் துளையின் வழியாக உந்து தண்டுக் கோலினைப் பொருத்துக. விளக்குக் கண்ணாடியின் அடிமட்டத்தில் ஓர் இரண்டு-துளை அடைப்பானைப் பொருத்துக. ஒரு துளையின் வழியாக 50 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழலைச் செருகி அதன்மீது ஒரு தடுக்கிதழினை அமைத்திடுக. அதன் மற்றொரு துளையின் வழியாக ஒரு சிறிய அளவு நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலினை வைத்திடுக. அடுத்து, ஒரு கண்ணாடிப் புட்டியில் ஓர் இரு-துளை அடைப்பானை அமைத்

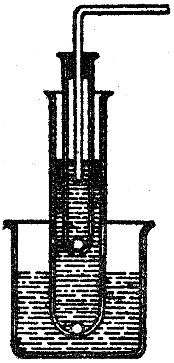
திடுக. ஒவ்வொரு துளையிலும் சிறு கண்ணாடிக் குழல்களை அமைத்திடுக; இக்கண்ணாடிக் குழல்கள் அடைப்பானின் அடிப்புறத்தில் சமமட்டமாக இருக்கட்டும். துளைகளுள் ஒன்றன்மீது ஒரு



தடுக்கிதழை வைத்திடுக. ஒரு வளையம் தாங்கியில் (Ring stand) பம்பினை உறுதியாகப் பற்றும்படி செய்திடுக. புட்டியினையும் அதன் மேற்புறம் தலைகீழாக இருக்குமாறு அந்த வளையம் தாங்கியிலேயே பற்றுவித்திடுக. ஒரு பற்றிறுக்கியினை அடைப்பானுக்குக் கீழும் மற்றொன்றினை புட்டியின் உச்சியிலும் அமைத்து போத்தல் உறுதியாக அதன் இருப்பிடத்தில் அசையாதிருக்குமாறு செய்திடுக. இப்பொழுது பம்பின் வெளிப்போகும் வழிக்குழலினை (தடுக்கிதழ் இல்லாதது) புட்டியின் நுழைவாயில் குழலுடன் (தடுக்கிதழுடன் கூடியது) இணைத்திடுக. புட்டியின் (அமுக்க அறையின்) வெளிப்போகும் குழலுடன் ஒரு கூர்நுனிக் குழலுடன் கூடிய (மருந்து சொட்டும் குழலினைப் போன்றது) இரப்பர்க் குழலினை இணைத்திடுக. பம்பினை இயக்கத் தொடக்கி எவ்வளவு தூரம் நீரினை வெளியேற்ற முடிகின்றது என்று பாருங்கள். இந்தப் பம்பு செயற்படுவதில் காற்று எங்ஙனம் பங்குபெறுகின்றது? இப்பம்பு மேலிழுக்கும் பம்பினின்றும் (Lift pump) எங்ஙனம் வேறுபடுகின்றது? இந்தப் பம்பு எதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது?

6. சோதனைக் குழல் மேலேற்றும் பம்பு :

இந்த ஆய்கருவியை (Apparatus) அமைப்பதற்கு, ஒரு சோதனைக்குழலின் அடிமட்டத்தை ஒரு சிறு சுவாலையில் சூடுபடுத்தி ஒரு துளையினை அமைத்திடுக. ஒரு பெரிய சோதனைக்குழலிலும் ஒரு துளையினை இட்டு இரண்டு துளைகளிலும் தடுக்கிதழ்களாகச் செயற்படுவதற்கு உலோகக் குண்டுகள் அல்லது சிறிய கோலிக் குண்டுகளைப் பொருத்துக.



உட்புறக்குழலில் கயிற்றினைச் சுற்றி அது வெளிக்குழலில் இறுக்கமாக நழுவிச்செல்லுமாறு செய்யப்பெற்று விளக்கப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு தக்கையும் குழலும் பொருத்தப்பெற்றால் அஃது ஒரு மேலேற்றும் பம்பின் உந்து தண்டாகச் செயற்படும்.

G. வடிகுழல்கள் (Siphons) காற்றின் அமுக்கத்தை எங்ஙனம் பயன்படுத்துகின்றன என்பதைக் காட்டுதல்

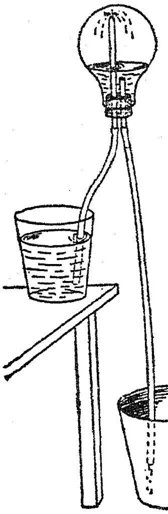
1. எளிய வடிகுழல் :

உயரமான இரண்டு கண்ணாடிப் புட்டிகளைக் கைவசப்படுத்தி அவை இரண்டிலும் சுமார் பாதியளவு நீரினால் நிரப்புக. 30 செ. மீ. நீளமுள்ள இரண்டு கண்ணாடிக் குழல்களை 30 செ. மீ. நீளமுள்ள ஓர் இரப்பர் அல்லது பிளாஸ்டிக் குழலுடன் இணைத்திடுக, நீரினால் குழலை நிரப்பி அதனை நசுக்குக. நீருள்ள ஒவ்வொரு புட்டியிலும் ஒரு கண்ணாடிக் குழலினை வைத்திடுக. புட்டிகளின் உயரத்தை மாற்றிக்கொண்டு முன்னும் பின்னுமாக நீரினை வடித்திடுக. ஒரு சிறிது மையைக்கொண்டு நீரினுக்கு வண்ணம் ஏற்றினால் இச்சோதனை மிகவும் கவர்ச்சிகரமாக அமையும். மேசையின்மீது இரண்டு புட்டிகளையும் வைத்திடுக. வடிகுழலில் நீர் பாய்ந்து

செல்லுகின்றதா? எங்ஙனம் காற்றின் அமுக்கம் வடிகுழல் செயற்படுவதற்குத் துணைபுரிகின்றது என்பதை உங்களால் விளக்க முடியுமா ?

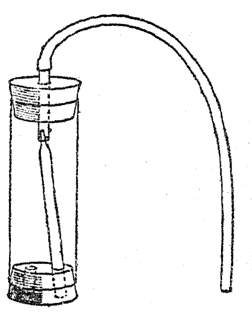
2. வடிகுழல் ஊற்று :

ஒரு கண்ணாடிச் சாடியில் (தீய்ந்துபோன ஒரு மின் குமிழினின்றும் எடுத்த குடுவை) இரண்டு-துளை இரப்பர் அடைப்பானைப் பொருத்துக. ஒரு துளையின்வழியாக ஒரு கூர் நுனிக்குழலைப் பொருத்துக; இக் குழலின் கூர் நுனிப்பகுதி குடுவையின் பாதி உயரத்திற்கு நீண்டும், அதன் மறு பகுதி அடைப்பானுக்கு வெளியில் 2 செ. மீ. நீண்டும் இருக்கட்டும். மற்றொரு துளையின் வழியாகச் செலுத்தப்பெறும் ஒரு சிறு கண்ணாடிக் குழலின் ஒரு நுனி அடைப்பானின் அடிமட்டத்துடன் சமமட்டமாகவும், மற்றொரு நுனி அடைப்பானுக்கு வெளியில் 2 செ. மீ. நீட்டிக் கொண்டும் இருக்கட்டும். 20 செ. மீ. நீளமுள்ள ஓர் இரப்பர்க் குழலை கூர் நுனிக் குழலுடன் இணைத்திடுக. 1 மீட்டர் நீளமுள்ள மற்றோர் இரப்பர்க் குழலை அடுத்த கண்ணாடிக் குழலுடன் இணைத்திடுக. குடுவையில் சிறிதளவு நீரினை வைத்து, அடைப்பானைச் செருகி அதன்பின்னர் வடிகுழலைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்திடுக. குட்டையான இரப்பர்க் குழலை மேசையின்மீது வைக்கப்பெற்றுள்ள கொள்கலனிலுள்ள நீரில் வைத்திடுக; நீளமான இரப்பர்க் குழல் தரையிலுள்ள வாளிக்குச் செல்லட்டும். சிறிதளவு மையினைக்கொண்டு மேசையின்மீதுள்ள சாடி நீரை வண்ண மூட்டி விட்டால் ஊற்றினை நன்றாகக் காணலாம். இந்தக் குடுவை ஏற்பாட்டினைப்போலவே மற்றொரு குடுவை ஏற்பாட்டினை அமைத்து இரண்டினையும் ஒன்றாக இணைத்து நீங்கள் ஓர் இரட்டை வடிகுழல் ஊற்றினை இயற்றலாம்.



3. தானாகவே இயங்கும் வடிகுழல் :

கிட்டத்தட்ட 2·5 செ. மீ. குறுக்களவும் 8 லிருந்து 10 செ. மீ. வரை நீளமும் கொண்ட ஒரு கண்ணாடி அல்லது பிளாஸ்டிக் குழலினைக் கைவசப்படுத்துக. இதன் ஒரு முனையில் ஓர் ஒரு-துளையுள்ள இரப்பர் அடைப்பானைப் பொருத்துக; இந்த அடைப்பானில் செருகப்பெற்றுள்ள ஒரு சிறு கண்ணாடிக்குழலின் ஒரு நுனி இரப்பர் அடைப்பானின் உட்புறமாகச் சுமார் 1 செ. மீ. நீளம் நீட்டிக்கொண்டிருக்கட்டும். பெருங்குழலின் மற்றொரு முனையில் இரண்டு துளையுடன் கூடிய ஓர் இரப்பர் அடைப்பானைப் பொருத்துக. இரண்டு-துளை அடைப்பானின் ஒரு துளையின் வழியாக ஒரு கூர் நுனிக் குழலினைப் பொருத்துக; இக்கூர் நுனிக் குழல் பெருங்குழல் வழியாக நீட்டிக் கொண்டும் ஒரு-துளையுள்ள அடைப்பானிலுள்ள கண்ணாடிக் குழலினுள் பொருந்துமாறும் இருக்குமாறு அமைத்திடுக (அமைப்பினைப் படத்தில் காண்க). ஒரு-துளை அடைப்பானிலுள்ள கண்ணாடிக் குழலுடன் ஒரு நீண்ட இரப்பர்க் குழலை இணைத்திடுக. இவ்வாறு சேர்க்கப்பெற்ற அமைப்பினை மேசையின்மீது வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு வாளி நீரில் அமிழ்த்துக; வடிகுழலின் நீண்ட நுனியைத் தரையின்மீதுள்ள ஒரு கொள்கலனுக்கு இயக்குக. வடிகுழலில் நீர் பாயத்தொடங்குவதற்கு முன்னர் அஃது ஒரு சிறிது சரிப்படுத்தப்பெற நேரிடலாம்.



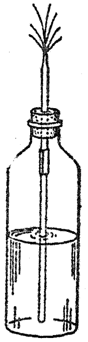
H. அமுக்கப்பெற்ற காற்றின் சில விளைவுகளைக் காட்டுதல்

1. காற்றின் 'வில்விசையை' ('Spring') உணர்தல்:

ஒரு மிதிவண்டியின் பம்பினைக் கைவசப்படுத்தி அதன் வெளிச்செல்வழிக் குழலின் முனையில் உங்களுடைய பெருவிரலை வைத்துக் கொள்ளுங்கள். இப்பொழுது உந்து தண்டினை வேகமாகத் தள்ளி விரைவாக விட்டுவிடுங்கள். என்ன நிகழ்கின்றது? இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள் ?

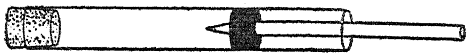
2. அமுக்கப்பெற்ற காற்றினைக்கொண்டு ஒரு 'பீறிடும் சாதனத்தை' ('Gusher') அமைத்தல் :

சோடா நீருக்குப் பயன் படுத்தப்பெறுவதைப் போன்ற குறுகிய கழுத்தினைக் கொண்ட ஒரு பெரிய புட்டியைக் கைவசப்படுத்துக. அந்தப் புட்டியில் ஒரு - துளையைக்கொண்ட ஓர் அடைப்பானைப் போடுக. இந்த அடைப்பானின் வழியாக ஒரு 10 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலை அமைத்திடுக; இந்தக் குழலின் வெளிப் புற நுனி ஒரு கூர் நுனியாக அமைக்கப்பெற் றிருப்பதைக் காண்க. ஒரு சிறு இரப்பர்க் குழலினைக்கொண்டு இக் குழலின் மற்றொரு நுனியுடன் புட்டி யின் அடிமட்டம்வரை நீண்டிருக் கக்கூடிய ஒரு கண்ணாடிக் குழலை இணைத்திடுக. புட்டியைக் கிட்டத் தட்டப் பாதியளவு நீரால் நிரப்புக. அடைப்பானை உறுதியாகச் செருகி அதனை உங்கள் விரல்களால் பிடித்துக் கொள்க. அடுத்து, புட்டி யினுள் பலமாக ஊதுக; அமுக் கத்தை விடுவிக்கும்பொழுது உங் களுக்கு அப்பாலிருக்குமாறு புட்டியைத் திருப் புக. என்ன நிகழ்கின்றது?



3. அமுக்கப்பெற்ற காற்று விளையாட்டுத் துப் பாக்கி :

1 அல்லது 2 செ. மீ. குறுக்களவும் 15 அல் லது 25 செ. மீ. நீளமும் உள்ள நேரான ஒரு நீண்ட கண்ணாடி அல்லது பிளாஸ்டிக் குழலைப் பயன்படுத்துக. குழலில் ஒரு பென் சில் இறுக்கமாகப் பொருந்தும்படி சிறிதளவு ஏதாவது கயிற்றினைச் சுற்றி அதனை ஓர் உந்து தண்டாக்குக. குழலின் நுனியில் ஒரு சிறு



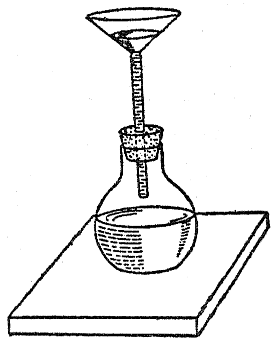
தக்கையை வைத்து உந்து தண்டினை விரைவாக உள்ளே தள்ளுக. என்ன நேரிடுகின்றது?

4. அமுக்கப்பெற்ற காற்றினைக்கொண்டு பொருள் களை உயர்த்துதல் :

ஒரு கால் பந்து அல்லது கூடைப் பந்தின் உள் இரப்பர்ப் பையை (Bladder) அகற்றி அதனை ஒரு மேசையின்மீது வைத்திடுக. அந்த இரப்பர்ப் பையின்மீது சில புத்தகங்களை அடுக்கி அதனுள் காற்றினை ஊதுக.

5. 'கிளுகிளு' ஒலிப் புட்டியை அமைத்தல் :

ஒரு புனலைத் தாங்கியுள்ள ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானை ஒரு புட்டி அல்லது குடுவையுடன் பொருத்துக. புட்டியில் உறுதியாக ஓர் அடைப்

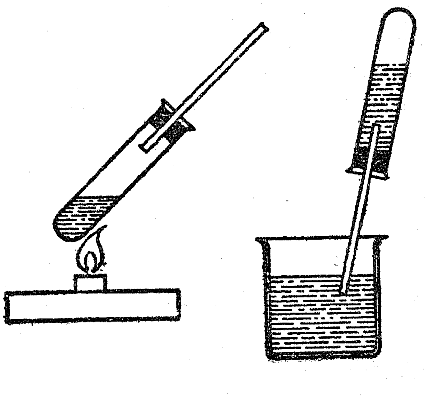


பானை வைத்திடுக; அதன்பிறகு புனலில் நீரினை ஊற்றுக. ஒழுங்கான இடைவேளைகளில் புட்டி 'கிளுகிளு' என்ற ஒலியினை உண்டாக்கும்.

I. காற்றின் அமுக்கத்தைக் குறைத்திடுவதால் சில விளைவுகளைக் காட்டுதல்

1. காற்றின் அமுக்கத்தால் நீரை உயர்த்துதல் :

ஒரு சோதனைக் குழலை ஓர் ஒரு-துளை தக்கை யுடனும் கண்ணாடிக் குழலுடனும் பொருத்துக. அதில் சிறிதளவு நீரைக் கொதிக்கவைத்து காற்றினை அகற்றுக. கண்ணாடிக் குழலின் திறந் துள்ள முனை ஒரு சாடியிலுள்ள நீரின் மேற்பரப் பின்கீழ் இருக்குமாறு இந்த அமைப்பினைக் கவிழ்த்திடுக. சோதனைக் குழல் கிட்டத்தட்ட முற்றிலும் நிரம்பும்வரையிலும் வளிமண்டல அமுக்கம் நீரினை மேல்நோக்கிச் செலுத்தும்.



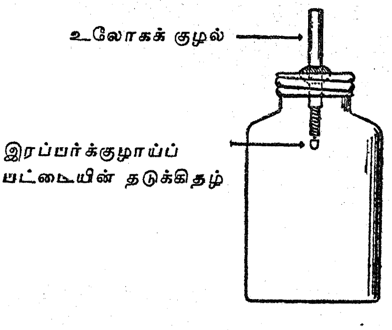
2. எளிய வெற்றிடப் பம்பினை எங்ஙனம் இயற்றுவது ? :

ஒரு மிதிவண்டி அல்லது தானியங்கியின் கைப் பம்பினைக் கைவசப்படுத்துக. பம்பினைத் திறந்து உந்து தண்டினை அகற்றுக. தோல் வளையங்களை (Washers) பற்றிக் கொண்டிருக்கும் மரையாணிகளைக் கழற்றி எடுத்துவிடுக. தோல் வளையங்களைத் தலைகீழாகத் திருப்பிக் கவிழ்த்து விடுக. உந்து தண்டின்மீது தோல் வளையங்களைத் திரும்பவும் அமைத்து அதனைப் பம்பு உருளையில் நுழைத்திடுக. இந்த வகைப் பம்பு பல எளிய வெற்றிடச் சோதனைகளைச் செய்வதற்குப் பயன்படும்.

3. வெற்றிடச் சோதனைகளுக்குரிய கொள்கலனை (Receiver) எங்ஙனம் இயற்றுவது?

ஒரு பழசாடி போன்ற காற்று புகாத மறையுள்ள மூடியுடன்கூடிய ஒரு பெரிய சாடியைக் கைவசப்படுத்துக. அதன் உச்சியின் வழியாக ஒரு துளையினை இட்டு அத்துளையில் ஒரு சிறிய உலோகக் குழலினைக் காற்று புகாத வாறு பற்றுசுவைத்து இணைத்திடுக. ஒரு பொறி வண்டிச் சக்கரத்தின் இரப்பர்க் குழாய்ப் பட்டையின் தடுக்கிதழைத் தலைகீழாக இருக்குமாறு கவிழ்த்து அதனைக் குழலின் கீழ்முனையில் பற்றுசுவைத்து இணைத்திடுக.

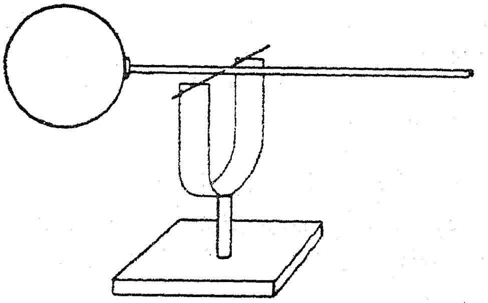
இந்தச் சோதனையில் குறிப்பிடப்பெற்ற பொறி வண்டிச் சக்கரத்தின் குழாய்ப் பட்டையின்



தடுக்கிதழ் அடிமட்டம் வெட்டப்பெற்ற ஒரு வின்செஸ்டர் புட்டியின் கழுத்திலுள்ள ஒரு நல்ல தக்கையுடன் பொருத்தப்பெறுதல் கூடும் (இயல்-18, 27-c இனத்தினைக் காண்க ; புட்டியின் அடிமட்டம் எங்ஙனம் வெட்டப்பெறுகின்றது என்பதை இது விளக்குகின்றது). வெட்டப்பெற்ற அடிமட்ட விளிம்புகள் ஒரு சாணைக்கல் (Carborundum stone) அல்லது கெட்டியான பாறையினைக் கொண்டு மழமழப்பாகத் தேய்க்கப்பெற்றால், ஒரு பெரிய இழுக்கும் இயந்திரப் பொறியின் (Tractor) குழலினின்றும் வெட்டியெடுக்கப்பெற்ற இரப்பர்த் தகடு காற்றுப் புகாதவாறு செய்யப்பெறும் மூடியின் அடித் தகடாகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம். கீழே விவரிக்கப்பெற்றுள்ள வாயு அழுத்தங் காட்டி (Baroscope) இந்த மணிசாடியினுள் நுழைக்கப் பெறுதல் கூடும்.

4. மாதிரி வாயு அழுத்தங் காட்டி :

பானம் பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழல் (அல்லது பால்சா மரத்தின் கீற்று ஒன்று மிகவும் சிறந்தது) ஒன்றின் முனையை ஒரு 'பிங்-பாங்' பந்தின் மேற்பரப்பிற்குச் செங்குத்தான சட்டமாக இருக்குமாறு ஒட்டுக. சமநிலையிலிருக்கக் கூடிய புள்ளியைக் கண்டறிந்து ஒரு நுண்ணிய ஊசியைச் சட்டத்தினூடே குத்தி அதனைச் சுழலச்சாகச் செயற்படுமாறு செய்திடுக. ஓர் அடித்தளத்தால் தாங்கப்பெற்று ஒரு U-வம



வாக வளைக்கப்பெற்றுள்ள ஓர் உலோகத் தண்டின்மீது இதனைத் தங்கும்படி செய்க. சட்டத்தினை ஒரு சவரவாளினால் சீவி அதனைச் சரியான சமநிலையிலிருக்கும்படி செய்திடுக. இந்த அமைப்பினை ஒரு மணிசாடியினுள் வைத்து அதனுள்ளிருக்கும் காற்றில் சிறிதளவு அகற்றுக. என்ன நேரிடுகின்றது என்பதை விளக்குக.

5. பலூனைக் கொண்டு ஒரு சோதனை :

அரைகுறையாக ஒரு பலூனை உப்பச்செய்து (காற்றடித்து) அதனை ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையால் அடைத்திடுக. இந்தப் பலூனைக் கொள்கலனில் வைத்து ஒரு பம்பினைக்கொண்டு சிறிதளவு காற்றினை அகற்றுக.

6. ஒரு புட்டியினையும் தக்கையினையும் கொண்டு ஒரு சோதனை :

ஒரு சிறிய புட்டியை ஒரு தக்கை அல்லது இரப்பர் அடைப்பானால் இறுக மூடுக. இந்தப் புட்டியை ஒரு கொள்கலனின் உட்புறத்தில் வைத்து ஒரு பம்பினைக்கொண்டு சிறிதளவு காற்றினை அகற்றுக. என்ன நிகழ்கின்றது? இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணங் கூறுவீர்கள்?

7. காற்றின் அமுக்கத்தைக் குறைத்து நீரை இடம் பெயரச் செய்தல் :

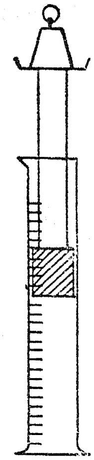
இரண்டு சிறிய புட்டிகளைக் கைவசப்படுத்துக. அவற்றுள் ஒன்றை கிட்டத்தட்டப் பாதியளவு நீரால் நிரப்பிக் கிட்டத்தட்ட அப் புட்டியின் அடி மட்டம் வரையில் நீண்டிருக்கக்கூடிய கண்ணாடிக் குழலைத் தாங்கியுள்ள ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானைக்கொண்டு மூடுக. மற்றொரு புட்டியில் காலி செய்யக்கூடியதாகவுள்ள ஒரு சிறு இரப்பர்க் குழலினை இணைத்திடுக. இந்த அமைப்பினை ஒரு கொள்கலனில் வைத்து ஒரு பம்பினைக் கொண்டு சிறிதளவு காற்றினை அகற்றுக. என்ன நிகழ்கின்றது? இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்? நீங்கள் விரும்பினால் மையினைக்கொண்டு நீருக்கு வண்ண மூட்டலாம்.

8. மற்றொரு பலூன் சோதனை:

ஒரு சிறிய போத்தலின் கழுத்தின்மீது ஓர் இரப்பர்ப் பலூனை இழுத்துக் கட்டுக. அதனை ஒரு கொள்கலன் சாடியில் வைத்து பம்பினைக் கொண்டு சிறிதளவு காற்றினை அகற்றுக. என்ன நிகழ்கின்றது? இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?

9. காற்றின் அமுக்கத்திற்கும் பரிமாணத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினை ஆராய்தல்:

ஒரு குறுகிய கண்ணாடிச் சாடி அல்லது அளவை நீள்உருளையின் (Measuring cylinder) உட்புறத்தில் சரியாகப்பொருந்தக்கூடிய இரப்பர்ப் பீப்பாமூடி அல்லது கதவு அடைப்பினைக் ('Door stop') கைவசப்படுத்துக. அதனை ஒரு மரக்கோலின் கீழ்முனையுடன் இணைத்திடுக. அக்கோலின் மேல்முனையுடன் ஒரு தராசுத் தட்டாகச் செயற்படுவதற்கேற்றவாறு ஒரு தகரமூடியைப் பொருத்துக. இவ்வாறு அமைக்கப்பெற்ற உந்து தண்டினை ஒருசிறிது களிம்பு நெய் (Vaseline) அல்லது பளுவான பொறி எண்ணையைக் கொண்டு உயவிடுக (Lubricate). சாடியில் காற்றினைச் சிக்கவைப்பதற்கு உந்து தண்டினைப் பயன்படுத்துக; தட்டின்மீது பல்வேறு எடைகளை வைத்து ஒவ்வொரு எடைக்கும் உரிய கண்ணாடி நீள் உருளையின் உட்புறக் காற்றின் பரிமாணத்தை (Volume) அளந்திடுக. கன பரிமாணம் அமுக்கத்திற்குத் தலைகீழ் விகிதசமத்தில் இருப்பதைக் கவனித்திடுக.

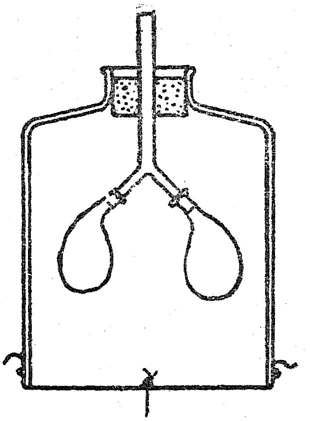


J. மானிட உடலிலுள்ள காற்று

1. நுரையீரல்கள் எங்ஙனம் செயற்படுகின்றன ?

ஒரு பெரிய புட்டியின் அடிமட்டத்தை வெட்டுக (விவரத்திற்கு இயல்-18, இனம் 27 c காண்க). Y-வடிவக் குழலுடன்கூடிய தக்கையொன்றினை அப்புட்டியின் கழுத்துடன் பொருத்துக. Y-யின் ஒவ்வொன்றின் கீழ்உறுப்புக்களிலும் ஓர் இரப்பர்ப் பலூன் அல்லது ஏதாவது சிறிய மெல்லிய உள் இரப்பர்ப் பையினைக் கட்டுக.

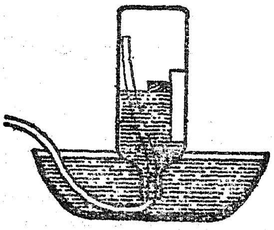
ஒரு தவிட்டு நிறத்தாள் அல்லது இரப்பர்த் தகட்டினைச் சாடியின் அடிப்புறத்தைச் சுற்றிலும் கட்டுக; இதன் நடுவில் ஒரு கயிற்றினைத் துளை வழியாகக் கோத்து முடிச்சிட்டு மெழுகினால் அடைத்து விடுக. இந்தக் கயிற்றினை இழுப்பதால் இடைத்திரை (Diaphragm) கீழுக்குத் தள்ளப்பெற்று, காற்று Y-குழலின் கழுத்து வழியாக நுழைந்து, பலூன்களை விரியச் செய்கின்றது.



இடைத்திரையை மேல்நோக்கி அமுக்குவதால் இதற்கு எதிரிடையான விளைவு நேரிடுகின்றது.

2. நுரையீரல்களில் உள்ள காற்றின் பரிமாணத்தை அளத்தல் :

நீரினல் நிரப்பப்பெற்றுள்ள புட்டியொன்றினை அதன் கழுத்து ஒரு சாடி நீரின் மட்டத்தின்கீழ் இருக்குமாறு கவிழ்த்திடுக. புட்டியின்

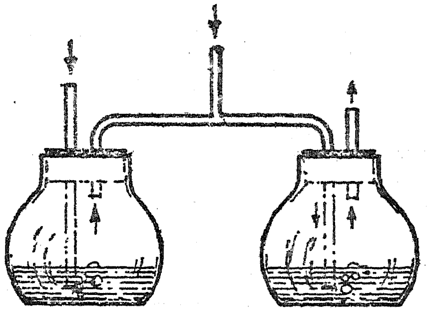


கழுத்து வழியாக ஒரு கண்ணடி அல்லது இரப்பர்க் குழலினை நுழைத்து உங்களுடைய நுரையீரல்களின் ஒரு முழு மூச்சினல் புட்டியினுள் ஊதுக.

புட்டியினுள்ளிருக்கும் காற்றினுடைய அமுக்கம் வெளிமண்டல அமுக்கத்திற்குச் சரியாக இருக்குமாறு கிண்ணத்தின் நீர்மட்டத்தைச் சரிப்படுத்துக; புட்டியின்பக்கத்தில் கோந்து தடவப் பெற்றுள்ள தாளினை ஒட்டுக. புட்டியினை அகற்றி, இந்தக் குறிவரையிலும் நிரம்புவதற்குத் தேவையான நீரின் பரிமாணத்தை அளந்திடுக.

3. வெளிமூச்சிலுள்ள காற்று கரியமிலவாயுவைக் கொண்டுள்ளது என்பதைக் காட்டுதல் :

விளக்கப் படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு இரண்டு குடுவைகளும் இணைக்கப்பெற்றுள்

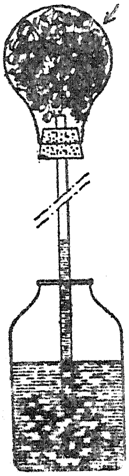


ளன. நீங்கள் T-குழல் வழியாக மூச்சுவிடும்பொழுது எல்லாக் காற்றும் குடுவைகளிலுள்ள தெளிந்த சுண்ணம்புநீரின்வழியாகக் குமிழிடுமாறு இணைக்கப்பெற்றுள்ளன. காற்று உள்ளே இழுக்கப்பெறும்பொழுது ஒரு குழல் விரலினல் மூடப்பெறுகின்றது; காற்று வெளிவிடப்பெறுங்கால் மற்ருெரு குழல் மூடப்பெறுகின்றது.

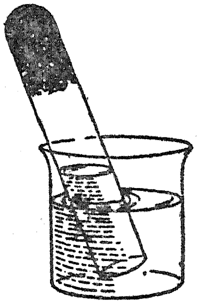
K. காற்றின் சில வேதியியல் விளைவுகளை ஆராய்தல்

1. ஒரு சிறிய எஃகு மயிர்க் கற்றையைக் டெட்ரா குளோரைடில் கழுவி -அதி காஸோலின், பென்ஸீன் அல்லது கார்பன் லுள்ள எண்ணெய்ப் பசையினைப் போக்குக.

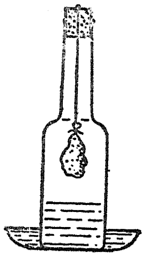
அதனைப் பிழிந்து அதன்பிறகு எஃகு இழை அதனைப் பஞ்சுபோல் விரித்திடுக. அஃது உலர்ந்ததும், அதனை 40 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலுடன் கூடிய ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பான் பொருத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு குடுவையினுள் வைத்திடுக. குழலின் நுனி நீரினுள் இருக்குமாறு அதனையும் குடுவையையும் ஒரு சாடி நீரில் நிறுத்துக. ஒரு சில மணி நேரம் உற்று நோக்குக. என்ன நிகழ்கின்றது? அதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?



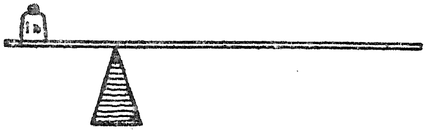
2. சோதனை 1ஐத் திரும்பவும் செய்திடுக; ஆனால் இம்முறையில் எஃகு மயிரினை ஒரு சிறிய சாடி அல்லது சோதனைக் குழலில் வைத்து நீரில் வைத்திடுக. அதனை 24 மணி நேரம் அப்படியே இருக்குமாறு செய்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? சாடியிலுள்ள காற்றில் எவ்வளவு ஈடு செய்யப்பெற்றுள்ளது? சோதனைக்குப் பிறகு எஃகு மயிர் எப்படிக் காணப்பெற்றது? அவ்வாறு நிகழ்ந்ததற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?



3. ஒரு விளக்குக் கண்ணாடியின் உச்சியிலுள்ள தக்கையினின்றும் ஒரு மெல்லிய துணியில் இரும்பு ஆணிகள் அல்லது தகர ஆணிகளைக் கட்டித் தொங்கவிடுக. விளக்குக் கண்ணாடியினை ஒரு சாறுணும் தட்டிலுள்ள நீரில் நிறுத்துக. சிறிது காலம் கழிந்ததும் நீர் மட்டம் உயரும்.



4. ஒரு பித்தளை எடை அல்லது கல்லைக் கொண்டு ஓர் எஃகுக் கோல் அல்லது இரும்புத் துண்டினை ஒரு கத்தி முனையின்மேல் சரி எடைகட்டி நிறுத்துக. இந்த அமைப்பினை ஈரக் காற்றில் அல்லது சாளரத்தின் அருகில்



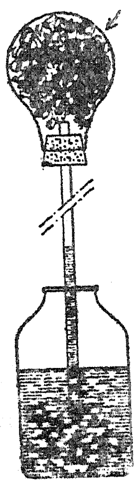
சில நாட்கள் வைத்து நெம்புகோலின் நீண்ட புயத்தின்மீது துருவின் விளைவினைக் கவனித்திடுக.

5. எரிவதற்கு ஆக்ஸிஜன் இன்றியமையாதது என்பதை மிக விரிவான கருவியமைப்பு (Equipment) இன்றி, பெரும்பாலும் மெய்ப்பிக்க முடியாது. எனினும், எரிதலை (Combustion) நிலைநிறுத்துவதற்குத் தொடர்ந்து புதிய காற்று வந்துகொண்டிருக்க வேண்டியதன் தேவையைக் காட்டக்கூடிய பல சோதனைகள் உள்ளன. இச் சோதனைகளினின்றும் கவனமான முடிவுகளும் பொதுமைக் கருத்துக்களும் கொள்ளப்பெற்றால் அவை அறிவியல் மனப்பான்மைக்கு ஆதரவளித்து, திறனாயும் சிந்தனைப் பழக்கங்களை வளர்க்கத் துணைசெய்யும். இங்ஙனம் ஒரு பொருத்தமான அடிப்படை எண்ணம் நிலைநிறுத்தப்பெற்ற பிறகு, எரிதலில் ஆக்ஸிஜனின் பங்கு விளக்கப்பெறுதல் கூடும்.

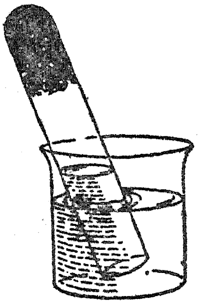
நேராக நிற்குமாறு பல மெழுகுவத்திகட்கு அட்டை அடித்தளங்களைப் பொருத்துக. இதைச் செய்வதற்குப் புதிய அல்லது பயன்படுத்தப்பெற்ற மெழுகுவத்திகளை இரண்டு அல்லது மூன்று அங்குல நீளம் வெட்டி ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு முனையில் திரி கிட்டத்தட்ட கால் அங்குலம் நீட்டிக்கொண்டிருக்குமாறு சிறு துண்டுகளை நறுக்கி எறிக. ஒரு வத்தியைப் பொருத்தி உருகிய மெழுகு கீழே விழுவதற்கேற்றவாறு அதனைப் பக்கவாட்டில் சாய்த்துப் பிடித்துக் கொள்க. மூன்று அல்லது நான்கு துளிகளைப் பல்வேறு அட்டைத் துண்டுகளின் நடுவில் சொட்டவிடுக. குட்டை வத்திகளை அத்துளிகள் இறுகும் வரை அவற்றின்மீது வைத்து நிறுத்துக.

அட்டைத்துண்டு வத்தியின் கைப்பிடியால் செங்குத்தாகத் தாங்கப்பெற்றுள்ள ஓர் எரியும்

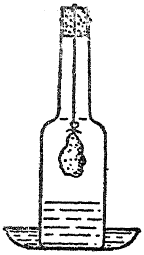
அதனைப் பிழிந்து அதன்பிறகு எஃகு இழை அதனைப் பஞ்சுபோல் விரித்திடுக. அஃது உலர்ந்ததும், அதனை 40 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலுடன் கூடிய ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பான் பொருத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு குடுவையினுள் வைத்திடுக. குழலின் நுனி நீரினுள் இருக்குமாறு அதனையும் குடுவையையும் ஒரு சாடி நீரில் நிறுத்துக. ஒரு சில மணி நேரம் உற்று நோக்குக. என்ன நிகழ்கின்றது? அதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?



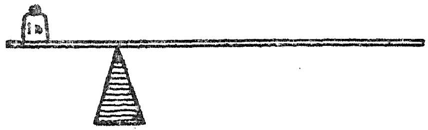
2. சோதனை 1ஐத் திரும்பவும் செய்திடுக; ஆனால் இம்முறையில் எஃகு மயிரினை ஒரு சிறிய சாடி அல்லது சோதனைக் குழலில் வைத்து நீரில் வைத்திடுக. அதனை 24 மணி நேரம் அப்படியே இருக்குமாறு செய்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? சாடியிலுள்ள காற்றில் எவ்வளவு ஈடு செய்யப்பெற்றுள்ளது? சோதனைக்குப் பிறகு எஃகு மயிர் எப்படிக் காணப்பெற்றது? அவ்வாறு நிகழ்ந்ததற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?



3. ஒரு விளக்குக் கண்ணாடியின் உச்சியிலுள்ள தக்கையினின்றும் ஒரு மெல்லிய துணியில் இரும்பு ஆணிகள் அல்லது தகர ஆணிகளைக் கட்டித் தொங்கவிடுக. விளக்குக் கண்ணாடியினை ஒரு சாறுணும் தட்டிலுள்ள நீரில் நிறுத்துக. சிறிது காலம் கழிந்ததும் நீர் மட்டம் உயரும்.



4. ஒரு பித்தளை எடை அல்லது கல்லைக் கொண்டு ஓர் எஃகுக் கோல் அல்லது இரும்புத் துண்டினை ஒரு கத்தி முனையின்மேல் சரி எடைகட்டி நிறுத்துக. இந்த அமைப்பினை ஈரக் காற்றில் அல்லது சாளரத்தின் அருகில்



சில நாட்கள் வைத்து நெம்புகோலின் நீண்ட புயத்தின்மீது துருவின் விளைவினைக் கவனித்திடுக.

5. எரிவதற்கு ஆக்ஸிஜன் இன்றியமையாதது என்பதை மிக விரிவான கருவியமைப்பு (Equipment) இன்றி, பெரும்பாலும் மெய்ப்பிக்க முடியாது. எனினும், எரிதலை (Combustion) நிலைநிறுத்துவதற்குத் தொடர்ந்து புதிய காற்று வந்துகொண்டிருக்க வேண்டியதன் தேவையைக் காட்டக்கூடிய பல சோதனைகள் உள்ளன. இச் சோதனைகளினின்றும் கவனமான முடிவுகளும் பொதுமைக் கருத்துக்களும் கொள்ளப்பெற்றால் அவை அறிவியல் மனப்பான்மைக்கு ஆதரவளித்து, திறனாயும் சிந்தனைப் பழக்கங்களை வளர்க்கத் துணைசெய்யும். இங்ஙனம் ஒரு பொருத்தமான அடிப்படை எண்ணம் நிலைநிறுத்தப்பெற்ற பிறகு, எரிதலில் ஆக்ஸிஜனின் பங்கு விளக்கப்பெறுதல் கூடும்.

நேராக நிற்குமாறு பல மெழுகுவத்திகட்கு அட்டை அடித்தளங்களைப் பொருத்துக. இதைச் செய்வதற்குப் புதிய அல்லது பயன்படுத்தப்பெற்ற மெழுகுவத்திகளை இரண்டு அல்லது மூன்று அங்குல நீளம் வெட்டி ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு முனையில் திரி கிட்டத்தட்ட கால் அங்குலம் நீட்டிக்கொண்டிருக்குமாறு சிறு துண்டுகளை நறுக்கி எறிக. ஒரு வத்தியைப் பொருத்தி உருகிய மெழுகு கீழே விழுவதற்கேற்றவாறு அதனைப் பக்கவாட்டில் சாய்த்துப் பிடித்துக் கொள்க. மூன்று அல்லது நான்கு துளிகளைப் பல்வேறு அட்டைத் துண்டுகளின் நடுவில் சொட்டவிடுக. குட்டை வத்திகளை அத்துளிகள் இறுகும் வரை அவற்றின்மீது வைத்து நிறுத்துக.

அட்டைத்துண்டு வத்தியின் கைப்பிடியால் செங்குத்தாகத் தாங்கப்பெற்றுள்ள ஓர் எரியும்

புட்டியிலுள்ள வாயுவுக்கு ஆக்ஸிஜனுக்குரிய சோதனை செய்வதற்கு, ஒரு நீண்ட மரச் சிம்பினைக் கொளுத்தி சுவாலையை அணைத்துவிடுக. புட்டியினின்றும் தக்கையை அகற்றி ஒளிரும் சிம்பினையும் புட்டியிலுள்ள வாயுவினுள் நுழைத்திடுக; சிம்பு சுவாலையுடன் ஒளி விட்டு எரிய வேண்டும்.

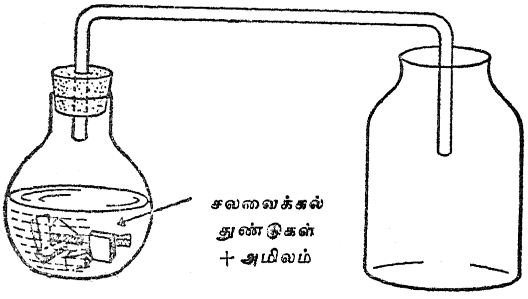
மாங்கனீஸ் டை ஆக்ஸைடிற்குப் பதிலாக ஹைட்ரஜன் ப்ராக்ஸைடினின்றும் வெளிவரும் ஆக்ஸிஜனை வெளியில் ஓட்டுவதற்குச் சமையல் சோடா பயன்படுத்தப்பெறலாம்; ஆனால் இந்த எதிர்வினை நடைபெறுவதற்குச் சற்று அதிக நேரம் ஆகின்றது.

11. முறுக்கப்பெற்றுள்ள படக்கம்பித் துண்டு ஒன்றன் முனையை ஒரு சூடான சுவாலையில் அஃது ஒளிரும் வரையில் வைத்திடுக. அதன் பிறகு ஆக்ஸிஜன் உள்ள புட்டியில் அதனை விரைவாக இறக்கி இரும்புக்கம்பி எரிவதைக் கவனித்திடுக. கம்பியின் நுனியில் ஒரு சிறிது கந்தகத் தூள் இருப்பின் அஃது இதற்குத் துணை செய்யும்.

12. ஓர் உலோகத் தட்டில் சிறிதளவு நுண்ணிய எஃகு இழையினை (Steel wool) வைத்திடுக. எஃகு இழையை ஒரு தீக்குச்சியினால் பற்றவைத்திடுக. எஃகு மிக மெல்லிய துண்டுகளாக இருப்பதால் அஃது எரிகின்றது; காற்றிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் அதிக அளவு பரப்புடன் தொடர்புகொண்டுள்ளது.

13. ஓர் எஃகு இழைமுறுக்கினை ஒரு கம்பி முனையுடன் பிணைத்திடுக. அதை ஒரு சுவாலையில் பிடித்துக்கொண்டு பற்றவைத்து விரைவாக ஆக்ஸிஜன் உள்ள புட்டியில் இறக்குக. அஃது காற்றில் எரிவதைவிட ஆக்ஸிஜனில் மிக விரைவாக எரிவதைக் கவனித்திடுக.

14. சமையல் சோடா அல்லது சலவைக்கல் துண்டுகளை ஒரு நீர்த்த அமிலத்துடன் சேர்த்து



கரியமிலவாயு தயாரிக்கப்பெறலாம். அவ்வாயு உலர்ந்த புட்டிகள் அல்லது கொள்கலன்களுக்குள் ஓடும்படி செய்து அது திரட்டப் பெறுதல் வேண்டும்; இந்தப் புட்டிகள் அல்லது கொள்கலன்கள் கண்ணாடி அல்லது அட்டைத் தகடுகளினால் மூடப்பெறுதல் வேண்டும்.

15. கரியமிலவாயு உள்ள ஒரு புட்டியில் எரிந்துகொண்டிருக்கும் ஒரு மரச்சிம்பினைத் திடீரென்று நுழைத்திடுக. கரியமிலவாயு எரிதலுக்குத் துணை செய்கின்றதா?

16. அகன்ற கண்ணாடிச் சாடியொன்றின் அடிமட்டத்தில் உருகிய மெழுகினைக்கொண்டு ஒரு மெழுகுவத்தியினை நிலையாக நிறுத்துக. வத்தியினைக் கொளுத்தி மற்றொரு சாடியினின்றும் வத்தி எரியும் சாடியில் கரியமிலவாயுவினை ஊற்றுக. கரியமிலவாயுவின் அடர்த்தியினைப் (Density) பற்றி இஃது என்ன காட்டுகின்றது?

17. சிறிதளவு நீற்ற சுண்ணாம்பினை (Slaked lime) நீரில் கரைத்துக் கிளறிவிட்டு தெளிவான சுண்ணாம்பு நீரினைத் தயாரிக்க (இயல்-18, 12-வது இனத்தைப் பார்க்க). இக் கலவை ஒரு நாள் முழுவதும் அப்படியே இருக்கட்டும்; அதன் பிறகு ஒரு வடிகுழல்மூலம் (Siphon) தெளிவான கரைசலை ஒரு புட்டியினுள் கொண்டுசெலுத்துக. சோதனை 14-இல் பயன்படுத்திய வாயு உற்பத்திக் கருவியமைப்பினின்றும் சிறிதளவு கரியமிலவாயு தெளிவான சுண்ணாம்பு நீரின் வழியாகக் குமிழிடட்டும். நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? கரியமிலவாயுவின் இருப்பிற்கு இஃது ஒரு வேதியியல் சோதனை (Chemical test) ஆகும்.

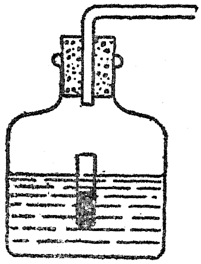
18. ஒரு மெழுகுவத்தி அணைந்துபோகும் வரையில் அதனை ஒரு கண்ணாடிச் சாடியில் எரியவிடுக. வத்தியினை அகற்றியபிறகு சிறிதளவு தெளிவான சுண்ணாம்பு நீரினைச் சாடியினுள் ஊற்றுக. சாடியினை நன்கு குலுக்கி உற்றுநோக்குக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? வத்தி எரிவதினின்றும் உண்டான உற்பத்திப் பொருள்களுள் (Product) ஒன்று என்ன? மரக்கட்டை, காகிதம் இவற்றை முறையே எரித்து இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக.

19. எரியும் ஒரு வத்தி, எரியும் ஒரு மரக்கட்டைத் துண்டு, எரியும் சிறிதளவு காகிதம்

ஆகிய இவை ஒரு பளபளப்பான குவளையின் அடியில் சேரட்டும். நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? இஃது எதுவாக இருக்கும் என்று நீங்கள் நம்புகின்றீர்கள்? ஒரு வாயு அல்லது மண்ணெண்ணெய் சுவாலையின்மீது குளிர்ந்த நீருள்ள ஒரு தட்டினை வைத்திடுக. சிறிது நேரம் கழிந்ததும் சுவாலையை அகற்றித் தட்டின் அடிமட்டத்தைக் கவனித்துப் பார்க்க. மெழுகு, மரக்கட்டை, காகிதம் இவை எரியும்பொழுது என்ன வேருெரு பொருள் உற்பத்திப்பொருளாகின்றது? இப்பொழுது உண்டான பொருள் முன்னர் உண்டான அதே பொருளா?

20. ஒரு தக்கையும் குழலும் பொறுத்தப் பெற்றுள்ள ஒரு பழைய மைப்புட்டியினின்றும் ஒரு மாதிரித் தீயணைப்பான் தயாரிக்கப் பெறலாம். அப் புட்டியில் பாதியளவு சோடியம் பை-கார்பனேட்டுக் கரைசலால் நிரப்பி அதில் மிகக் கவனத்துடன் கந்தக அமிலத்தைக்கொண்ட ஒரு சிறிய மாத்திரைப் புட்டியை (Pill bottle) மிதக்க விடுக.

தீயணைப்பானைச் செயற்படுவத்துவதற்குப் புட்டியினைக் குலுக்குக; இதனுல் அமிலம் பை-கார்பனேட்டுடன் கலந்து கரியமில வாயுவினை (CO_2) வெளியேறச் செய்கின்றது. அமிலத்திற்குப் பதிலாக



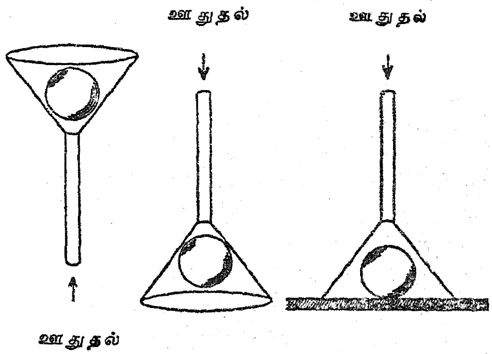
அலுமினியம் சல்ஃபேட்டினைப் பயன்படுத்தினுல், அஃதுடன் சிறப்பாகச் சிறிதளவு சோப்புக் கரைசலும் சேர்க்கப்பெற்ருல் அது நுரையினையும் திரட்டிக்கொடுக்கின்றது.

L. காற்ருேட்டங்களைக் கொண்டு சோதனைகள்

அசையும் காற்றில் காற்றின் நேர்வேகம் (Velocity) உயர்வாக இருக்கும்பொழுது காற்றின் அமுக்கம் குறைவாகவும், காற்றின் நேர்வேகம் தாழ்வாக இருக்கும்பொழுது அதன் அமுக்கம் அதிகமாகவும் இருக்கும். அடியிற்கண்ட சோதனைகள் இவ்விதியையொட்டி அமைகின்றன.

1. குறைந்தது ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள நூல்துண்டுகளில் இரண்டு ஆப்பிள்கள், கிச்சிலிப் பழங்கள் அல்லது பிங்-பாங் பந்துகளைத் தொங்கவிடுக. தொங்கவிடப்பெற்ற பொருள்கள் ஒரே மட்டத்திலும் ஒன்றுக்கொன்று 10 அல்லது 15 செ.மீ.க்கு அப்பாலும் இருத்தல் வேண்டும். இப் பொருள்கட்கு இடையில் ஒழுங்கான காற்ருேட்டங்கள் நிகழுமாறு ஊதி என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்று நோக்குக. எங்குக் காற்று மிக அதிக வேகமாகச் சென்று கொண்டிருந்தது? எங்கு அதன் அமுக்கம் குறைக்கப்பெற்றது? அவ்வாறு நிகழ்ந்ததற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?

2. ஒரு புனலின் உட்புறமாக ஒரு பிங்-பாங் பந்தினை வைத்திடுக. புனலின் தண்டுவழியாகப் பலமாக ஊதி, உங்களால் புனலுக்கு வெளியே பந்தினை ஊதித் தள்ள முடியுமா என்று பார்ப்பதற்குப் புனலைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்

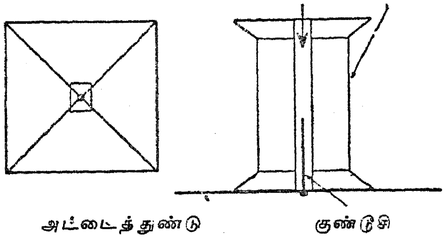


துப் பந்தினை முனையிலிருக்குமாறு பிடித்துக் கொள்க. தண்டின்வழியாக வேகமாக ஊதிப்

பந்தினைப் பிடித்துக்கொண்டிருக்கும் கையினை அகற்றிவிட்டால் என்ன ஆகின்றது என்று பார்க்க. மேசையின்மீது பந்தினை வைத்திடுக. அதைப் புனலால் மூடுக. புனலின்வழியாக ஊதி மேசையின்மீதிருந்து பந்தினை எடுக்க முடியுமா என்று பார்க்க. உங்கள் உற்று நோக்கல்களை எங்ஙனம் விளக்குவீர்கள் ?

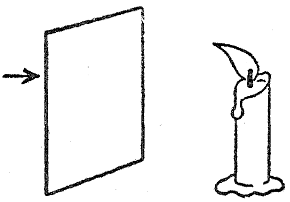
3. 20 செ. மீ. × 10 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு மெல்லிய அட்டைத்துண்டினைக்கொண்டு ஒரு பாலத்தை அமைத்திடுக. இரண்டு முனைகளிலும் கிட்டத்தட்ட 2 செ. மீ. நீளம் வளைத்திடுக. மேசையின்மீது இந்தப் பாலத்தை வைத்து வளைமுகட்டின் (Arch) வழியாக ஊத முயலுக. எவ்வளவுக்கெவ்வளவு நீங்கள் வன்மையாக ஊதுகின்றீர்களோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அஃது அதிகமான விசையுடன் மேசையின் தளத்தினைப் பற்றிக்கொண்டிருக்கும்.

4. கிட்டத்தட்ட 7 செ. மீ. சதுரத்தில் ஒரு மெல்லிய அட்டைத் துண்டினை வெட்டுக. ஒவ்வொரு மூலையினின்றும் மூலைவிட்டங்களை வரைந்து இந்த மூலைவிட்டங்கள் சந்திக்கும் நடுவிடத்தில் ஒரு பொதுவான குண்டூசியை அட்டையினூடே வைத்திடுக. குண்டூசியின்



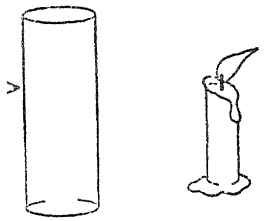
தலையினை ஒரு துண்டு ஸ்காட்லாந்து நாடாத் துண்டினைக் (Scotch tape) கொண்டு உறுதியாக ஒட்டிவிடுக. ஒரு வெறுமையான நூல் உருளையின் துளையில் குண்டூசியினை வைத்து துளையின் வழியாக ஊதி உருளையினின்றும் அட்டையை ஊதி எறிய முயலுக. உருளையினையும் அட்டையினையும் தலைகீழாகத் திருப்புக. ஒரு விரலினைக் கொண்டு இலேசாக அட்டையினை உருளையுடன் சேர்த்துப் பிடித்திடுக. உருளையின் வழியாக ஊதி, அதன் பின்னர் விரலினை அகற்றுக. இதற்கு என்ன காரணம் கூறுவீர்கள் ?

5. ஒரு மெழுகுவத்தியினைக்கொளுத்தி அதனைச் சுமார் 5 செ. மீ. அகலமுள்ள ஓர் அட்டையின் பின்புறமாகப் பிடித்திடுக. அட்டை



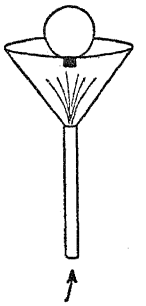
யினை நோக்கிப் பலமாக ஊதி சுவாலை அசைவினைக் கூர்ந்து நோக்குக. உங்கள் உற்று நோக்கல்கட்கு என்ன காரணங்கள் கூறுவீர்கள் ?

6. கொளுத்தப்பெற்ற மெழுகுவத்தியொன்றினை மேசையின்மீது வைத்திடுக. மெழுகு



வத்தியின் முன்புறமாக ஒரு புட்டியினை வைத்திடுக. புட்டியின்மீது பலமாக ஊதி சுவாலையினை உற்றுநோக்குக.

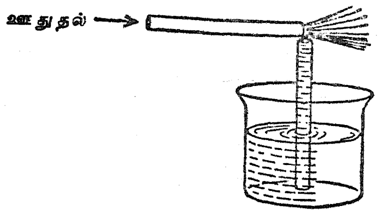
7. ஒரு வெற்றிடத் துடைப்பம் போன்ற அமுக்கப்பெற்ற காற்றின் மூலத்துடன் ஒரு புனலை இணைத்திடுக. ஒரு பலூனை ஊதி உப்பச்செய்து அதன் கழுத்தைச் சுற்றிலும் ஒரு தாமிரக் கம்பியினை எடையாக வைத்திடுக. அமுக்கப்பெற்ற காற்றினைத் திருப்பிக் காற்றோட்டத்தில் பலூனைச் சமநிலைக்குக் கொண்டு வருக. புனலுக்கும் பலூனுக்கும் இடையில் ஒரு பிங்-பாங் பந்தினை வைத்து அதனையும் சமநிலையாக்க முயலுக.



அமுக்கப்பெற்ற காற்றின் மூலம்

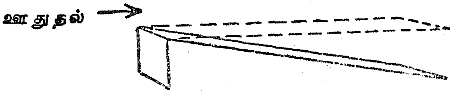
8. இரண்டு கண்ணாடிக் குழல்கள் அல்லது இரண்டு ஒளிபுகும் சோடா பருக உதவும் குழல்களைக் கைவசப்படுத்துக. ஒரு குழலை வண்ண

நீரினால் பாதி நிரம்பியுள்ள ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் வைத்திடுக. இரண்டாவது குழலினை முதற்குழலுடன் இரண்டு குழல்களின் முனைகளும் மிக நெருங்கிச் சேர்ந்திருக்குமாறு செங்கோணத்தில் வைத்திடுக. கிடைமட்டமாக



வைத்துள்ள குழலின்வழியாக ஊதி இரண்டாவது குழலில் நீர் மட்டத்தை உற்று நோக்குக. விளைவிற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்? திரவங்களைச் சிதறும் கருவி (Atomizer) D. D. T. அல்லது வண்ணப் பூச்சினைச் சிதறும் சாதனம் இவற்றில் இதே விதி பயன்படுத்தப்பெற்றுள்ளது என்பதைக் கவனித்திடுக.

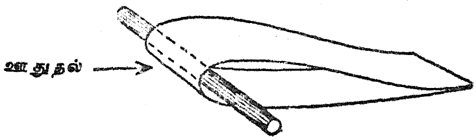
9. 30 செ. மீ. நீளமும் 4 செ. மீ. அகலமும் உள்ள ஒரு துண்டுத் தாளினை எடுத்துக் கொள்க. அதன் ஒரு முனையிலிருந்து சுமார் 4 செ. மீ. அளவு மடித்திடுக. மடிப்பினை நன்கு மடித்து அடையாளம் செய்திடுக. மடிப்பின்



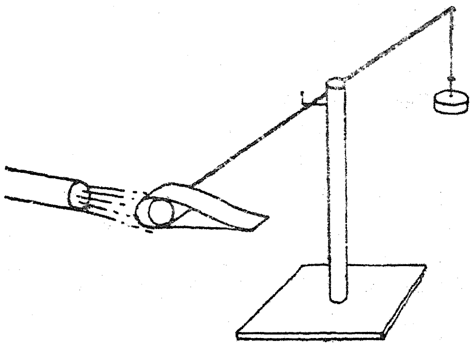
குட்டையான முனையை அஃது உங்களுடைய உதடுகட்குக் கிட்டத்தட்ட சரியான மட்டத்திலிருக்குமாறு உங்களுடைய மோவாயுடன் சேர்த்துப் பிடித்திடுக. தாள் உச்சியின் மேற்பரப்பின் வழியாகப் பலமாக ஊதி என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?

10. ஓடிக்கொண்டிருக்கும் ஒரு தானியங்கியின் (Automobile) சாளரத்தின் வெளிப்புறமாக உங்கள் கையினைச் சமதளமாக இருக்குமாறு வைத்துக் கொள்க. அதன்பிறகு கையின் முன்பக்க முனையை இலேசாக உயர்த்திக் காற்றோட்டத்துடன் உயர்த்தும் விளைவினைக் கவனித்திடுக.

11. விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு துண்டுக் காகிதத்தை மடித்து பசையில் ஒட்டி வானூர்திச் சுருள் பகுதியினை (வானூர்தியின் இறக்கைப் பகுதி) இயற்றிடுக.



இந்தச் சுருள் பகுதியினை ஒரு பென்சில் அல்லது உருளை வடிவமான கோலின்மீது தொங்கவிடுக. காற்றுத் தாரை சுருளின் முக்கிய முனையைத் தாக்குவதற்கேற்றவாறு அதனை ஊதி வெளிப்படுத்துக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? உயர்த்தலுக்கு நீங்கள் விளக்கம் தரமுடியுமா?



இதைப் போன்ற வானூர்திச் சுருள் ஒன்றினை உலோகத்தகட்டினைக் கொண்டும் இயற்றப் பெறுதல் கூடும். அஃது ஒரு பெரிய தையலூசியின் ஒரு முனையில் ஒரு தக்கை அல்லது மரத்துண்டுடன் (Dowelling) இணைக்கப் பெறுதல் கூடும். ஊசியின் மையத்தில் அரத்தினால் வெட்டப்பெற்ற ஒரு சிறு பிளவு சமநிலையாக்கும் ஒரு புள்ளியாகப் பயன்படுத்தப் பெறலாம்; வளைக்கப்பெற்ற ஒரு குண்டூசி அல்லது ஆணி ஊசியின் சுழலச்சாகப் பயன்படுகின்றது. குறுக்குச் சட்டம் ஈடுசெய்யப் பெற்ற எடையொன்றினால் சமநிலையாக்கப் பெற்றால், ஒரு காகிதக் குழலின்வழியாகச் சுருள் பகுதியின் முக்கிய முனையின்மீது ஊதி உயர்த்துதல் மிக எளிதாகக் காட்டப் பெறுகின்றது.

இயல் 8

வானிலைப் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

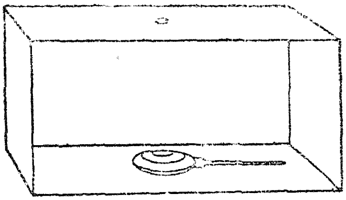
A. வானிலைக்கருவிகளையும் வானிலை நிலையத்தினையும் இயற்றுதல்

'வானிலை' என்ற தலைப்பு ஒவ்வொரு பிள்ளையின் வாழ்க்கையுடன் நெருங்கிய தொடர்புடையது. முதல்நிலைக் கல்வியின் மிகக் குறைந்த நிலைகளிலும் நாடோறும் வானிலை பற்றிய உற்றுநோக்கல்கள் மேற்கொள்ளப்பெறலாம். இடைநிலைகளில் வகுப்பறையில் ஓர் எளிய வானிலை நிலையம் நிறுவப்பெறலாம். பொது அறிவியல் நிலையிலும் அதற்குப் பின்னரும் வானிலை நிகழ்ச்சிகளின் காரணங்கள்பற்றிய விவரமான படிப்பு மேற்கொள்ளப் பெறலாம். இவ் வேலையின் எல்லா நிலைகளிலும் இயன்றவரை அளவீடுகளையும் (Readings) உற்றுநோக்கல்களையும் வளை வரைப்படவடிவில் (Graphical form) தெரிவித்தல் நற்பயன் விளைவிக்கக்கூடியது.

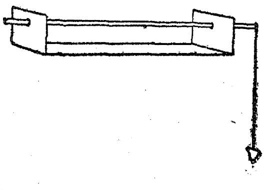
1. அனிராய்டு காற்று அழுத்தமானி :

ஒரு சுருட்டுப் பெட்டி போன்ற ஒரு சிறிய பெட்டி ஓர் எளிய அனிராய்டு காற்று அழுத்தமானியைக் கொள்வதற்கு மிக நன்கு பயன்படத் தக்கது. மேல்மூடி கீலிணைப்பில் பொருத்தப்பெற்றுள்ள பக்கத்தின் மையத்தில் ஓர் 1 செ. மீ. துளையினை இடுக. அமுக்கப் பொறியமைப்பிற்காக இயல் 7 இல் சோதனை E-6இல் விவரிக்கப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு மெல்லிய இரப்பர் இழுத்து நீட்டப்பெற்று வலுவாக இணைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு கண்ணாடிச் சாடியினை நீங்கள் பயன்படுத்தலாம். ஓரளவு மிகச் சிறந்த பொறியமைப்பு ஒன்று ஒரு பிளாஸ்டிக் அல்லது அடியிற் காட்டப்பெற்றுள்ள வகைபோன்ற தகர எண்ணெய்க் குவளையினைக் கொண்டும் இயற்றப்பெறுதல் கூடும்.

சிறிதளவு காற்று வெளியேறுவதற்கேற்றவாறு ஓர் எண்ணெய்க் குவளையினை நசுக்கி அதன் முனையை அடைத்துவிடுக ; ஒரு பிளாஸ்டிக் எண்ணெய்க் குவளை பயன்படுத்தப்பெற்ருல் பிளாஸ்டிக் காரையாலும், எண்ணெய்க் குவளை உலோகத்தாலாக்கப்பெற்றிருந்தால் பற்ருசிஞலும் அடைக்கப்பெறுதல்வேண்டும். இந்த அமுக்கப் பொறியமைப்பு முற்றிலும் காற்று புகாநிலையிலிருத்தல் வேண்டும் ; ஆகவே, காரை அல்லது பற்ருசு நன்ருக அமைந்தவுடன், அதனை நீரின் அடியில் வைத்து ஏதாவது காற்றுப் போக்கு உள்ளதா என்பதைச் சோதித்திடுக. அங்ஙனம் ஏதாவது சிறிது ஒழுக்கு இருப்பதாக நீங்கள் காணின், நசுக்குதல்மூலம் சிறிதளவு காற்றினை வெளியேற்றி அதன்பிறகு ஒழுக்குகளை அடைத்துவிடுக. அமுக்கப் பொறியமைப்பினைப் பெட்டியின் உட்புறத்துடன் பொருந்த வைத்திடுக. இங்ஙனம் அமைக்கும்பொழுது வட்டமான பகுதியின் மையம் மற்ருெரு பக்கத்தில் நீங்கள் இட்ட துளைக்குக்கீழ் மிகச் சரியாக இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும்.

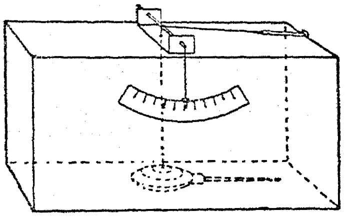


30 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கயிற்றினை ஒரு குறுகிய நீளமுள்ள தீக்குச்சியின் தண்டுடன் கட்டி அதனை அமுக்கப் பொறியமைப்பு மையத்துடன் பொருந்தவைத்திடுக. கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. அகலமும் 9 அல்லது 10 செ. மீ. நீளமும் உள்ள ஒரு தகரக்குவளையினின்றும் ஓர் உலோகத்துண்டினை வெட்டுக. இத்துண்டின் ஒவ்வொரு முனையிலும் கிட்டத்தட்ட



1·5 செ. மீ. நீளமுள்ள பகுதியினை செங்கோணங்களில் வளைத்திடுக.

ஓர் ஆணியைக்கொண்டு இந்த உலோகத் துண்டின் இரு முனைகளிலும் உச்சியினின்றும் சிறிது தூரத்தில் மையமாக ஒரு சிறு துளையினை இடுக. அத்துளைகளில் ஒரு சிறு ஆணி அல்லது தையலூசி நுழைந்து எளிதாகச் சுழலும் படியாக இருக்குமாறு அவைகளைப் பெரியனவாக்குக. குறிமுள்ளாகப் பயன்படுவதற்கு ஊசியின் ஒரு முனையில் ஒரு துடைப்பக் குச்சியினைப் பசையினால் ஒட்டுக. ஊசியின் அச்சு துளையின் நடுமையத்தில் குறுக்காக இருக்கும் படி உலோகத் துண்டினைப் பெட்டியின் உச்சியின்மீது உறுதியாக இணைத்திடுக. சுருட்டுப் பெட்டியின் பின்புறமாக, ஆனால் அதனைத் தொடாமல், துடைப்பக் குச்சி நகருமாறு செய்திடுக.



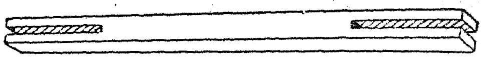
அடுத்தபடியாக, அமுக்கப் பொறியமைப் பினின்றும் வரும் நூலின் முனையைத் துளையின் வழியாக மேலே கொண்டுவருக. ஊசியின் அச்சில் அதனைப் பலமுறை சுற்றி அதன்பிறகு ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையுடன் கட்டிவிடுக. அச்சினின்றும் அமுக்கப் பொறியமைப்புவரை உள்ள நூல் இறுக்கமாக உளதா என்பதை உறுதி செய்துகொள்க. நூலின்மீது கிட்டத்தட்ட போதுமான அளவுக்கு இலேசான இழுவிசை (Tension) இருக்குமாறு இரப்பர்ப் பட்டையினை இழுத்து நீட்டி ஒரு பெருவிரல் ஆணியைக் கொண்டு சுருட்டுப் பெட்டியின் ஒரு முனையில் கட்டுக.

விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஓர் அளவுகோலைக் குறியிட்டு அதனைச் சுருட்டுப் பெட்டியின் பின்புறத்தில் குறிமுள்ளுக்குக் கீழ் இருக்குமாறு பொருத்துக. அளவுகோலின் மையத்திலிருக்குமாறு குறிமுள்ளினை அமைத்திடுக. நீங்கள் உற்று நோக்கவேண்டிய இடத்தில் காற்று அழுத்தமானியை அளவிடும் நிலையில் வைத்திடுக. குறிமுள் மாறும்பொழுது அஃது அளவுகோலின்மீது சரியாக அசைவதற்கேற்றவாறு நீங்கள் இரப்பர்ப் பட்டையின் இழுவிசையினைச் சரிப்படுத்துதல் கூடும். அளவுகோலின் பொருத்தமான பக்கத்தில் 'ஏற்றம்', 'இறக்கம்' என்ற சொற்களை எழுதி ஒட்டுக. இது மிகவும் கூருணர்வுள்ள காற்று அழுத்தமானியாகும்; இது காற்றின் அமுக்க மாற்றங்களைத் தெளிவாகக் காட்டக்கூடியது.

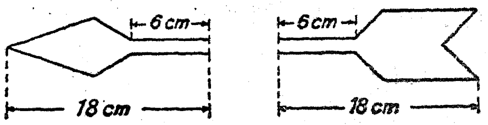
பிறவகைக் காற்று அழுத்தமானிகளை இயல்-7, E-பகுதியில் காண்க.

2. காற்றுத் திசைகாட்டி :

காற்றின் திசையை உணர்த்தக்கூடிய அமைப்பே காற்றுத் திசைகாட்டி என்பது. சுமார் 25 செ. மீ. நீளமும் 1 செ. மீ. சதுரமும் உள்ள ஒரு மரச்சட்டத்தைக் கைவசப்படுத்துக. ஒரு மர வாளினைக்கொண்டு சட்டத்தின் இரு முனைகளிலும் நடு மையத்தில் 6 செ. மீ. ஆழத்திற்கு ஒவ்வொரு வெட்டுத்துளையினை அமைத்திடுக.



அடுத்தபடியாக, இந்த வெட்டுத் துளைகளில் இறுகப் பொருந்தும்படியாக சுமார் 10 செ. மீ. அகலமுள்ள ஒரு மெல்லிய மரச்சட்டத்தினைத் தேர்ந்தெடுக்க. இதனின்றும் ஒன்று ஓர் அம்பின் தலைப் பகுதியாகவும், மற்றொன்று அம்பின் வால்பகுதியாகவும் இருக்குமாறு இரண்டு பகுதிகளை வெட்டுக. இவை அடியில் விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றிருப்பதைக் காண்க.

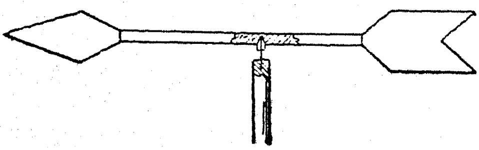


காற்றுத் திசைகாட்டியின் தலைப்பகுதியையும் வால்பகுதியையும் வெட்டுத் துளைகளில் அழுத்தி அவற்றைக் கோந்துப் பசையினால் ஒட்டியோ அல்லது சிறு ஆணிகளைக் கொண்டோ பொருத்துக.

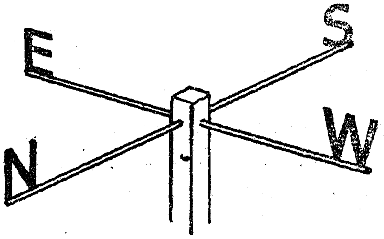
அடுத்து, காற்றுத் திசைகாட்டியை ஒரு கத்தி வாளின்மீது சமநிலையாகப் படியுமாறு

அமைத்துக் குச்சியின்மீது அது சமனிலையாகப் பொருந்தும் இடத்தை அடையாளமிடுக. மருந்து சொட்டும் குழலின் கண்ணாடிப் பகுதியை மட்டிலும் கைவசப்படுத்தி அதன் சிறிய முனையை ஒரு வாயு அல்லது சாராய விளக்குச் சுவாலையில் சுழற்றி அடைத்துவிடுக. காற்றுத் திசைகாட்டி சமநிலையாகப் படிந்த இடத்தில் குச்சியின் வழியாக மருந்து சொட்டும் குழலைவிடச் சற்றுப் பெரிதாகவும் சுமார் அதன் முக்காற்பகுதி நுழையும்படியாகவும் ஒரு துளையினை இடுக. குழலின் சிறிய முனையைத் துளையில் வைத்து அதனைக் கோந்து அல்லது ஒருவகைச் சாந்தினைக் (putty) கொண்டு உறுதியாகப் பொருத்தி விடுக.

உங்கள் காற்றுத் திசைகாட்டியின் தாங்கு சட்டத்தை இயற்றுவதற்கு கிட்டத்தட்ட ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு மென் மரச்சட்டத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து அதன் உச்சியின்மீது ஒரு சிறிய ஆணியை அடித்திடுக. ஓர் அரத்தினைக் கொண்டு ஆணியின் முனையைக் கூர் நுனி



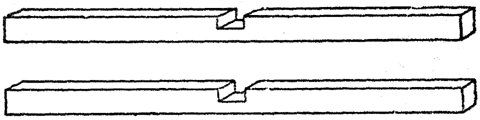
யாகச் செய்திடுக. ஆணியின்மீது மருந்து சொட்டும் குழலை வைத்து உங்களுடைய காற்றுத் திசைகாட்டியை ஒரு கட்டடத்தின் உச்சியின்மீதோ அல்லது ஒரு நீண்ட கழியின் மீதோ ஏற்றி வைத்திடுக. இப்படி அமைக்குங் கால் அஃது எல்லாத் திசைகளினின்றும் வரும் காற்றில் படுமாறு இருத்தல் வேண்டும்.



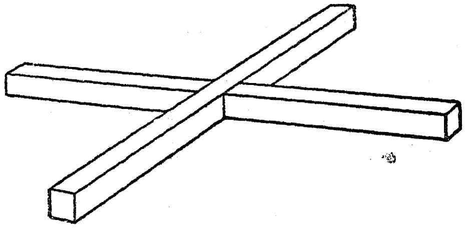
இந்தக் கழியில் தடித்த கம்பிப் புயங்களைப் பொருத்தி அவற்றின் முனைகளில் N, E, S, W என்ற குறியீடுகளை வளைத்து விடுக; அல்லது உலோகத் தகட்டினின்றும் வெட்டிய பெரிய எழுத்துக்களைப் புயத்தின் முனைகளில் பற்றாசு வைத்துப் பொருத்தி விடுக.

3. காற்று வேகங் காட்டி :

கிட்டத்தட்ட 50 செ. மீ. நீளமும் 1 செ. மீ. சதுரமும் உள்ள இரண்டு இலேசான மரச் சட்டங்களைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. ஒவ்வொரு துண்டின் சரியான மையத்திலும் 1 செ. மீ. அகலமும், சுமார் 0·5 செ. மீ. ஆழமும் உள்ள சிறு பிளவுகளை வெட்டுக.



அடுத்தபடியாக, இந்த இரண்டு சட்டங்களையும் குறுக்குப் புயங்கள் அமையுமாறு அவற்றின் பிளவுகளில் ஒன்றாகச் சேர்த்துப் பொருத்துக.



ஒரு மருந்து சொட்டும் சாதனத்தின் கண்ணாடிக் குழலை எடுத்து அதன் சிறிய முனையை ஒரு வாயு அல்லது சாராய விளக்குச் சுவாலையில் சுழலச் செய்து அடைத்துவிடுக. குறுக்குப் புயங்களின் சரியான மையத்தில் மரத்தின் வழியாக சுமார் முக்கால் ப்குதி ஆழத்திற்கு ஒரு துளையினை இட்டு அத்துளையில் இந்த மருந்து சொட்டும் குழலைப் படியச் செய்து சீமைக் காரை அல்லது ஒருவகைச் சாந்தினைக்கொண்டு உறுதியாக இணைத்து விடுக. நான்கு சிறு சுருட்டுத் தகரக் கலங்கள் அல்லது பிளாஸ்டிக் தட்டுக்களைக் கைவசப் படுத்தி சிறு ஆணிகள் அல்லது மரையாணிகளைக்கொண்டு அவற்றை நான்கு குறுக்குப் புயங்களின் முனைகளிலும் இணைத்திடுக. எல்லாக் கிண்ணங்களும் ஒரே திசையை நோக்கியுள்ளனவா என்பதை உறுதிசெய்து

கொள்க. காற்றுத் திசைகாட்டி அமைத்த பொழுது நீங்கள் செய்ததைப் போலவே இந்தக் காற்று வேகங்காட்டிக்கும் ஓர் ஏற்றும் கழியைத் தயாரித்திடுக. கழியின் முனையில் ஓர் ஆணியை அடித்து அரத்தினைக் கொண்டு அதனைக் கூர்மையாக்குக.

உங்களுடைய காற்று வேகங்காட்டி காற்றில் சுழலும். 30 விநாடிகளில் உண்டான சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டு அதனை 5ஆல் வகுத்து, காற்று மணிக்கு எத்தனை மைல் வீதம் வீசுகின்றது என்பதைப்பற்றிய உத்தேசக் கருத்தினைப் பெறலாம். இதனை நீங்கள் மணிக்கு இத்தனை கிலோமீட்டர் என்று அறிய விரும்பினால் அதனைத் திரும்பவும் 0·62 ஆல் வகுத்துப் பெறுக.

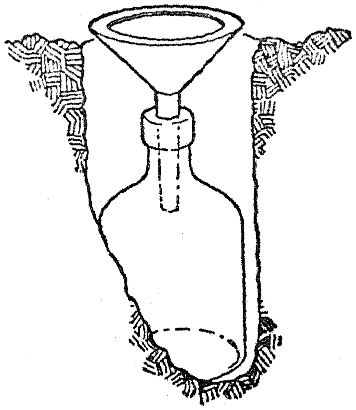
ஓர் அமைதியான நாளில் யாராவது ஒருவரைக்கொண்டு உங்களை ஒரு மோட்டார் காரில் ஓட்டிக்கொண்டு போகச் செய்து காற்றின் நேர் வேகத்தைத் தீர்மானிப்பது மற்றொரு வழியாகும். உங்களுடைய வேகங்காட்டியை முன்பக்கச் சாளரத்தின் வெளிப்புறத்திலிருக்குமாறு பிடித்துக்கொண்டு வண்டியோட்டியை மணிக்கு ஐந்து மைல் வேகத்தில் ஒரே நிலையாகப் போகுமாறு செய்க. இந்த வேகத்திற்கு 30 விநாடிகளில் சுற்றும் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக. வண்டியோட்டியை மணிக்கு 10,15,20,25,30,40......மைல் வேகத்தில் போகச் செய்து இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

உங்களுடைய காற்று வேகங் காட்டியை எல்லாத் திசைகளினின்றும் வரும் காற்றில் படக்கூடிய இடத்தில் ஏற்றி வைத்திடுக.

4. மழை அளவி :

ஒரு புனல், ஒரு புட்டி, நீரின் பரிமாணத்தை அளப்பதற்குரிய ஓர் அளவு உருளை இவற்றைக் கொண்டு ஓர் எளிய மழை அளவியை (Rain gauge) இயற்றுவது எளிதாகும்.

புனல் மிகவும் கூரிய விளிம்பினையோ அல்லது கிடைமட்ட இதழினையோ கொண்டிருத்தல் வேண்டும்; இந்த அமைப்பு மழைத் துளிகள் வெளியே தெறித்து விழுதலினின்றும் தடுக்கப்பெறும். புனல் மட்டிலும்



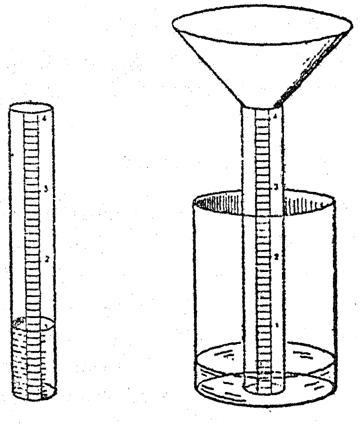
தரைமட்டத்திற்குமேல் ஒரு சில சென்டிமீட்டர்கள் இருக்குமாறு ஆய்கருவி முழுவதும் பூமியில் புதைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

5. மற்றொரு மழை அளவி :

கிட்டத்தட்ட 10 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமும் 14 செ. மீ. உயரமும் உள்ள ஒரு பெரிய தகரக் குவளையைத் தருவித்திடுக. அடுத்தபடியாக சுமார் 3 செ. மீ. குறுக்குவிட்டமும் குறைந்தது 25 செ.மீ. உயரமும் உள்ள ஆலிவ் எண்ணெய்ப் புட்டியைப் போன்ற நேரான பக்கத்தைக் கொண்ட புட்டியொன்றினைக் கைவசப்படுத்துக. இந்தப் புட்டி பெரிய குவளையினுள் நிற்கக் கூடியதாக இருத்தல் வேண்டும். பெரிய குவளையை, சமதளமாகவுள்ள ஒரு மேசையின் மீது வைத்து, அதில் ஓர் உருளையின்மீது சரியாக 1 செ. மீ. ஆழம் இருக்குமாறு நீரினை ஊற்றுக. சுமார் 1 செ. மீ. அகலமுள்ள ஒரு துண்டுத் தாளை நெட்டையான நேரான பக்கத்தைக்கொண்ட சாடியின்மீது நெடுக இருக்குமாறு ஒட்டுக. அடுத்து, பெரிய குவளையினின்றும் நீரினை நெட்டையான சாடியினுள் ஊற்றி அந்நீர்மட்டத்தைக் குறிக்கத் துண்டுத் தாளின் மீது ஓர் அடையாளத்தினை இடுக. நெட்டையான சாடியின் உட்புற அடிமட்டத்தினின்றும் இந்த அடையாளம் வரையிலுமுள்ள தூரத்தை அளந்து அதன் உச்சி வரையிலும் சம இடைவெளிகள் இருக்குமாறு அடையாளங்களைச் செய்திடுக. இந்த அடையாளங்களுக்கிடையிலுள்ள தூரங்களை மில்லி மீட்டர்களை அளப்பதற்காகப் 10 சம பகுதிகளாகப் பிரிவினை

செய்திடுக. சிறிய சாடி இலேசான மழை வீழ்ச்சியை அளக்கும்.

மழை அளவியைக் கூட்டுவிக்க நெட்டையான சாடியின் மீது ஒரு புனலை வைத்து அவற்றைப் பெரிய குவளையினுள் வைத்திடுக. மழை அளவி எளிதாக நிலை குலையாத இடத்தில் ஒரு வெட்ட வெளியில் அதனை அமைத்திடுக. மழை வீழ்ச்சி இலேசாக இருப்பின் அது சிறிய சாடியை மட்டிலும்கொண்டு அளக்கப் பெறலாம். அது மிகுதியாக இருப்பின், அதிகமாகவுள்ள நீர் பெரிய குவளையினுள் வழிந்தோடும்; புட்டியினுள் ஊற்றி அஃது அளக்கப்பெறுதல் கூடும். மழை வீழ்ச்சி



அங்குலங்களில் அளக்கப்பெறுதல் வேண்டுமாயின், 1 அங்குல நீரைப் பெரிய குவளையினுள் ஊற்றி அதன்பிறகு அந்நீரைப் பெரிய சாடியினுள் ஊற்றுக. இந்த 1 அங்குல நீர் அடையும் ஆழத்தை அடையாளம் செய்து அதன்பிறகு அதற்கேற்றவாறு அளவுக் கோலினைப் பிரிவினை செய்திடுக.

சிறிய அளவுப் புட்டியின் ஆரத்தைப் பொறுத்தும் சேகரம் செய்யும் புனலின் ஆரத்தைப் பொறுத்தும் அளவுக்குறிகளிட்டு நீர் வீழ்ச்சியை சென்டிமீட்டர்களிலோ அல்லது அங்குலங்களிலோ அறுதியிடுவது இதைவிடச் சிறந்த முறையாகும். இதில்

செ. மீ. அல்லது அங்குலத்தில் மழை வீழ்ச்சியைக் குறிப்பிடும் புட்டியில் உயரம் $= \dfrac{(\text{புனலின் ஆரம்})^2}{(\text{புட்டியின் ஆரம்})^2}$

என்ற வாய்பாடு (Formula) பயன்படுகின்றது.

6. ஓர் ஈர–, உலர்ந்த–, குமிழ் ஈர அளவி (Hygrometer):

அதிக விலையில்லாத இரண்டு வெப்பமானிகளைக்(Thermometers) கைவசப்படுத்தி அவற்றைப் பல்வேறு வெப்பநிலைகளிலுள்ள வெதுவெதுப்பான நீரில் வைத்து அவை இரண்டும் ஒத்திருக்கின்றனவா என்று பார்க்க. இந்த இரண்டு வெப்பமானிகளையும் ஒரு பலகைத் துண்டில் சுமார் 10 செ. மீ. இடைவெளி இருக்குமாறும் அவற்றின் குமிழ்கள் காற்றில் படுமாறு புறத்தே நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறும் பொருத்துக.

வலப்பக்கத்திலுள்ள வெப்பமானியின் சற்றுக் கீழாக ஒரு சிறிய புட்டியினை வைத்திடுக. நார்த்துணி அல்லது வெண் துகிலாலான ஒரு திரியினை திறந்த நிலையிலுள்ள குமிழின்மீது கட்டுக; அது புட்டியினுள் மூழ்கி இருக்கட்டும். புட்டி மழை நீரினல் நிரப்பப் பெறுதல் வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் காற்றிலுள்ள நீரின் ஒப்பு அளவினை அளப்பதற்கு இந்தப் பொறியமைப்பு உங்கட்குத் துணைபுரியும். தாராளமாகக் காற்று வீசும் இடத்தில் இந்தக் கருவியினைத் தொங்கவிடுக. வெப்ப நிலை கீழாகப் போகாதவரை நனைந்த குமிழினை விசிறியால் வீசுக. நனைந்த குமிழின் அளவீட்டினையும் உலர்ந்த குமிழின் அளவீட்டினையும் குறித்துக் கொள்க. ஈரக் குமிழின் அளவீட்டினின்றும் உலர்ந்த குமிழின் அளவீட்டினைக் கழித்து அதன்பிறகு அட்டவணை-VIல் ஈரப்பதன் விகிதத்தைக் (Relative humidity) காண்க. அட்டவணையினின்றும் பெற்ற உங்கள் அளவு 40 ஆக இருப்பின், நீங்கள் பார்த்த அந்த நேரத்தில் உலர்ந்த குமிழ் காட்டும் வெப்ப நிலையில் காற்று 40 சதவிகிதம் மட்டிலுமே நீராவியை வைத்துள்ளது என்பது அதன் பொருளாகும்.

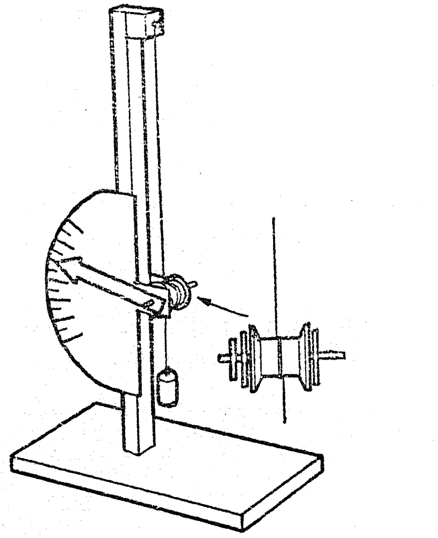
7. மயிர் ஈர அளவி :

அட்டவணைகளைப் பயன்படுத்தாமலேயே நேராக ஈரப்பதன் விகிதத்தை அளப்பதற்கு இந்தப் பொறியமைப்பு உங்கட்குத் துணை புரியும்.

கிட்டத்தட்ட 30 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு சில மானிட மயிர்களைக் கைவசப்படுத்துக. நீர்த்த

எரிசோடாக் கரைசலைக்கொண்டு அவற்றிலுள்ள எண்ணெய்ப் பசையை நீக்குக. ஒரு மயிரினை ஒரு தாங்கியின் மேல்முனையில் பொருத்தி அதனை ஒரு 50 கிராம் எடையினால் நீட்டுக. அந்த மயிர் ஓர் அச்சில் பொருத்தப் பெற்றுள்ள ஒரு நூல் உருளையினை இரண்டு அல்லது மூன்று முறை சுற்றிச் செல்ல வேண்டும்; உருளை பொருத்தப்பெற்றுள்ள அச்சு ஒரு தகரத்துண்டினின்றும் செய்யப்பெற்ற கோளத் திரளமைப்புக்களில் (ball bearings) சுழலக் கூடியதாகவும் தாங்கியின்கீழ் மூன்றில் இரண்டு பகுதியளவு தூரத்தில் இணைக்கப் பெற்றும் உள்ளது. பால்சா மரத்தினால் செய்யப்பெற்ற ஓர் இலேசான குறிமுள் ஒன்றினை அச்சுடன் பொருத்தி அளவு கோலாகச் செயற்படுவதற்கு ஓர் அஞ்சல் அட்டையினை அமைத்திடுக. அதிகக் கூருணர்வுடையதாக இருக்கவேண்டுமாயின் நூல் உருளையின் குறுக்கு விட்டம் சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

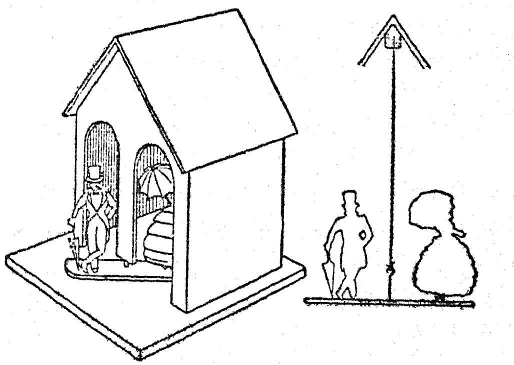
வளிமண்டலத்தின் ஈரப்பதனின் மாற்றங்கள் மயிரின் நீளத்தையும் குறிமுள்ளின் நிலையினையும் பாதிக்கும்.



அளவுகோலில் அளவுக் குறிகளை இடுவதற்கு உங்களுடைய ஈர அளவியைத் தரப்படுத்தப் பெற்றுள்ள கருவி யொன்றுடன் ஒப்புமைப் படுத்திப் பார்த்தல் மிகவும் சிறந்தது. அத்தகைய கருவிகளில் ஒன்று கிடைக்காவிடில், இக் கருவியை ஒரு வாளியிலுள்ள வெதுவெதுப்பான நீருக்குமேல் வைத்து அதனை ஒரு நனைந்த துண்டினால் (Wet towel) மூடுக. குறிமுள் எவ்வளவு நகர வேண்டுமோ அவ்வளவும் நகர்ந்தபின்னர் இந்தப் புள்ளியை உங்கள் அளவுகோலின் மீது 100 என்று குறித்துக் கொள்க; ஏனெனில் வாளியிலுள்ள காற்று 100 சதவிகிதம் நிறை நிலையில் (Saturated) உள்ளது. உங்களுடைய ஈர–, உலர்ந்த–, குமிழ் ஈர அளவியின் அளவீடுகளை எடுத்து மற்ற இடங்கள் குறிக்கப்பெறுதல் கூடும். அட்டவணை VI–னின்றும் ஈரப்பதன் விகிதத்தைக்கண்டு அதற்கேற்றவாறு உங்களுடைய அளவு கோலின்மீது குறிமுள்ளின் இடத்தைக் குறித்துக் கொள்க. உங்களுடைய அளவு கோலின்மீது சுமார் மூன்று இடங்களை நிலை நிறுத்தியவுடன் ஏனையவற்றை நீங்கள் சம அளவுள்ள பிரிவுகளாகப் பிரித்து அவற்றை 5 லிருந்து 100 வரை 5 இடைவெளி அடையாளங்களாகக் குறித்துக்கொள்க.

3. வானிலை இல்லம் :

வளிமண்டலத்திலுள்ள நீராவியின் அளவிலுள்ள மாற்றங்கள் ஒரு சில மானிட மயிரின் இழை முறுக்குகளில் உண்டாகும் இழுவிசை வேறுபாட்டாலோ அல்லது நரம்புத் தந்தியின் (catgut) ஈர அளவுபற்றிய பண்புகளைப் பயன் படுத்தியோ உணர்த்தப்பெறுதல் கூடும்.



நமக்குப் பழக்கமாகவுள்ள வானிலை இல்லம் அட்டையினைக்கொண்டு அமைக்கப்பெறுதல் கூடும். அத் தந்தியின் ஒரு முனை வீட்டுக்

கூரையின் முகட்டுக் கோணத்திலுள்ள ஒரு தக்கையில் ஒட்டப்பெறுகிறது; அதன் மற்றொரு முனை உருவங்கள் ஏற்றக்கூடிய கிடைமட்டமாக வுள்ள ஒரு மேடையைத் தாங்கி நிற்கின்றது. தந்தி முறுக்கும் திசை முயற்சியினால் (Trial) கண்டறியப்பெறுதல் கூடும். வெப்பம் திரள்வதைத் தடுப்பதற்காக இல்லத்தின் இரண்டு பக்கங்கள் திறந்திருந்தல் வேண்டும்; அதன் வெளிப்புறமும் வெள்ளைப் பூச்சினால் பூசப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும்.

9. வானிலைப் படம்:

இரண்டு பங்கு கோபால்ட்டு குளோரைடும் ஒரு பங்கு சோற்றுப்பும் கலந்த கரைசலில் ஒரு மையொற்றுத் தாள் அமிழ்த்தப்பெறுகின்றது. ஈரமாக இருக்கும்பொழுது அத்தாள் இளஞ்சிவப்பாகக் (Pink) காணப்பெறும்; ஞாயிற்று ஒளியிலோ அல்லது புன்சென் அடுப்பிலோ (Bunsen burner) உலர்ந்ததும் அது நீல நிறமாக மாறுகின்றது.

கடைகளில் விற்கப்பெறும் வானிலைப் படங்களின் அடிப்படை இதுதான். இல்லத்தில் இயற்றப்பெறும் படமும் இங்ஙனமே, நன்முறையில் செயற்படுகின்றது. வானம் அல்லது நீரைக்கொண்ட படம் ஒன்று ஒரு புத்தகத்தினின்றும் கத்தரிக்கப்பெறுதல் கூடும். இதன் உட்படமாகத் (Inset) தயாரிக்கப்பெறும் மையொற்றுத் தாள் படம் வானத்தின் இடத்தைப்பெறுகின்றதாகக் கொள்வோம். அதன் பின்னர் இப்படம் ஓர் அட்டையில் ஏற்றப்பெற்று ஒரு சாளரத்தின் அருகில் தொங்கவிடப்பெறுகின்றது. இங்கு அது வளிமண்டலத்தின் ஈரப்பதன் நிலையில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கேற்ப விரைவாகத் துலங்கும் (Respond).

10. வானிலைப் பதிவேட்டினை வைத்திருத்தல்:

வானிலையைப்பற்றிய பதிவேட்டினை வைத்திருக்கும்பொழுது உறைப்புபற்றிய (Intensity) ஏதாவது ஒருவகை அளவுகோல் இன்றியமையாதது.

ஓர் அட்டவணையில் நாள், மணி, வெப்பநிலை, வானம், காற்று (Wind) இவை யாவும் பதிவு செய்யப்பெறுதல் கூடும்.

ஒவ்வொரு நாளும் ஒரே நேரத்தில் அளவீடுகளைக் குறித்தல் மிகவும் நன்று.

வெப்பமானி கிடைக்காவிடில் ஒரு பொருத்தமான வெப்ப அளவுகோல் இது: சூடானது, வெதுவெதுப்பானது, நடுத்தரமானது (Moderate), குளிர் நலமுடையது (Cool), குளிர்ந்தது (Cold), மிகக் குளிர்ந்தது.

எல்லா நாட்டுக்குமுரிய வானிலைக் குறியீடுகள் உள்ளன; ஆனால் பதிவேடுகள் அலுவல் முறைபற்றிய நோக்கத்திற்குரியவையாக இருந்தாலொழிய, சுருக்கமான அளவுகோல் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

காற்றின் நேர்வேகமும் பதிவு செய்யப்பெறுதல் கூடும்.

இலேசானது: புகையை அசையச் செய்கின்றது:

ஆனால் காற்றுடியை அசையச் செய்வதில்லை.

நடுத்தரமானது: தூசுகளை எழுப்புகின்றது; சுள்ளிகளையும் ஓரளவு அசையச் செய்கின்றது.

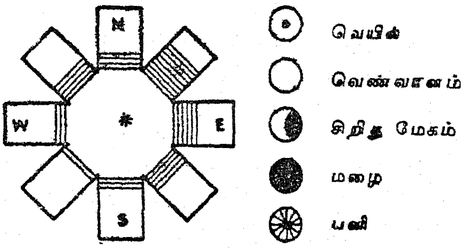
வன்மையானது (Strong): பெருங்கிளைகள் அசைகின்றன.

உயர்ந்தது (High): தூசுகள், காகிதங்கள் இவற்றை ஊதித் தள்ளுகின்றது; முழு மரங்களையும் அசைக்கின்றது.

புயல்காற்று (Gale): மரங்களினின்றும் சுள்ளிகளை ஒடித்தெறிகின்றது.

நாள்	நேரம்	வெப்ப நிலை	வானம்	காற்று	மழை

காற்று வீசும் திசை பத்தியில் ஓர் அம்புக் குறியால் காட்டப்பெறுதல் கூடும்; ஆனால் விளக்கப்படத்தில் காட்டபெற்றுள்ளவாறு

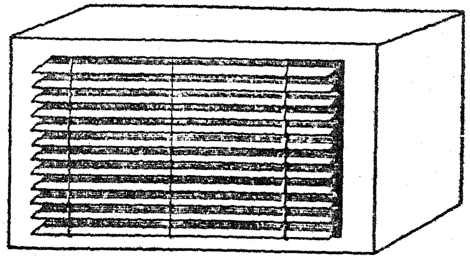


* காற்று வீசும் திசை

ஒரு காகித விண்மீனை இயற்றுதல் மிகவும் கவர்ச்சிகரமானது. ஒவ்வொரு நாளும் புயத்தின் வழியாக வரையப்பெறும் ஒரு கோடு கிட்டத்தட்ட காற்று வீசும் திசையுடன் முற்றிலும் பொருந்துகின்றது.

11. வானிலைக் கருவிகள் வைப்பதற்குரிய ஒரு பெட்டியை இயற்றுதல் :

உங்களுடைய ஒரு சில வானிலைக் கருவிகள் திறந்த வெளியில் இருத்தல் வேண்டும். இவற்றுள் காற்றுடி, காற்று வேகங்காட்டி, மழை அளவி ஆகியவை இவ் வகையைச் சார்ந்தவை. இந்தக் கருவிகளின் உலோகப் பகுதிகளை எண்ணெய்ப் பசையைக் கொண்டோ அல்லது வண்ணப் பூச்சினைக் கொண்டோ பாதுகாத்தல் அறிவுடைச் செயலாகும். இதற்கு அலுமினிய வண்ணப் பூச்சு மிகவும் ஏற்றது.



காற்று அழுத்தமானி, வெப்பமானி, ஈர அளவி போன்ற ஏனைய கருவிகள் மழை, காற்று இவற்றினின்றும் மூடப்பெறுதல் வேண்டும். இவையாவும் மேல் மூடியில்லாத ஒரு மரப் பெட்டியினுள் வைக்கப்பெறலாம். மூடப் பெற்றுள்ள பெட்டியின் ஒரு பக்கம் கூரையாகவும், மற்றொரு பக்கம் தரையாகவும் இருக்குமாறு இக்கருவிகளைப் பெட்டியில் வைத்திடுக. நல்ல விளைவுகள் ஏற்பட வேண்டுமாயின் சாளரத்திரையில் (Window blind) காணப்பெறுபவை போன்ற பலகை அல்லது கண்ணாடித் துண்டுகள் (louvres) பொருத்தப் பெறுதல் வேண்டும். இந்த அமைப்பு காற்றுக்குத் (Air) தடையின்றி வீச வரய்ப்புத் தரும்; ஆனால் காற்று வீசுதலின்றும் திடீர் வீழ்ச்சியினின்றும் பாதுகாக்கும்.

B. காற்றுகளும் வானிலையும்

1. சூடாக்கப்பெறும்பொழுது காற்று விரிகின்றது:

சூடாக்கப்பெறும்பொழுது காற்று விரிகின்றது என்பதைக் காட்டுவதற்கு 30 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழல், அல்லது சோடா நீர் பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழலைத் தன்னூடே கொண்ட ஒரு-துளை அடைப்பான் அல்லது தக்கையை ஒரு மின் விளக்குக் குமிழ் குடுவையில் அல்லது ஒரு புட்டியில் பொருத்துக. குழலின் முனையை நீருள்ள ஒரு சிறு புட்டியினுள் வைத்திடுக. குடுவையைச் சூடாக்கி என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்று நோக்குக. மிகுதியான அளவு காற்று அகற்றப் பெறும்வரை குடுவையைச் சூடாக்கி அதன் பிறகு அதன்மீது குளிர்ந்த நீரை ஊற்றியோ அல்லது ஒரு பனிக்கட்டித் துண்டினைக் கொண்டு அதனைத் தேய்த்தோ அதனைக் குளிர்விக்க. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணங் கூறுவீர்கள்?

2. காற்று சூடாக்கப்பெறுங்கால் விரிகின்றது என்பதைக் காட்ட மற்றொரு முறை :

ஒரு சிறு புட்டியின் கழுத்தின்மீது ஒரு விளையாட்டுப் பலூனைப் பொருந்துமாறு செய்து புட்டியை வெதுவெதுப்பான நீரைக் கொண்ட தட்டில் வைத்திடுக. என்ன காண்

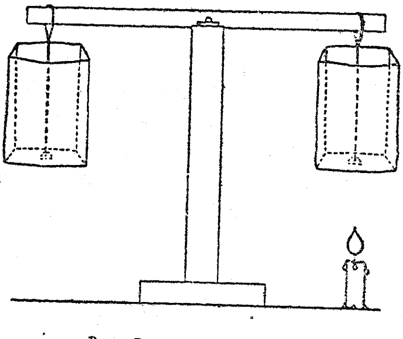
கின்றீர்கள் ? இதற்கு என்ன காரணங் கூறுவீர்கள் ?

3. காற்றின் பெருக்கம் (Expansion) :

ஒரு குட்டையான கண்ணாடிக் குழலைத் தாங்கியுள்ள ஓர் ஒரு-துளை இரப்பர் அடைப்பானை, குறுகிய திறப்பினைக் கொண்ட ஓர் இரண்டு அல்லது மூன்று லிட்டர் தகரக் குவளையினுள் பொருத்துக. கண்ணாடிக் குழலுடன் ஓர் இரப்பர்க் குழலை இணைத்திடுக. நீருள்ள ஒரு தட்டின்மீது நீருள்ள ஒரு புட்டியைக் கவிழ்த்து இரப்பர்க் குழலின் முனையை புட்டியின் விளிம்பின்கீழ் வைத்திடுக. குவளையைச் சூடாக்குக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? நீங்கள் இதனை எங்ஙனம் விளக்குவீர்கள் ?

4. குளிர்ந்த காற்று வெதுவெதுப்பான காற்றைவிட அதிகப் பளுவானது :

(அ) காற்றின் எடையைக் காட்டுவதற்கு நீங்கள் செய்ததைப்போல் (இயல்-7, சோதனை c-1) ஓர் எளிய தராசினை இயற்றுக. ஒரே அளவுள்ள இரண்டு காகிதப் பைகளைக் கைவசப்படுத்துக. பைகளைத் திறந்து 20 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு நூலை ஒவ்வொரு பையின் அடிமட்டத்துடனும் ஒரு ஸ்காட்லாந்து நாடாவினைக் கொண்டோ அல்லது பையின் அடிமட்டத்தில் ஒரு துளையிட்டு, நூலை நுழைத்து இறுதியில் ஒரு முடிச்சினைப் போட்டோ இணைத்திடுக. ஒவ்வொரு நூலின்



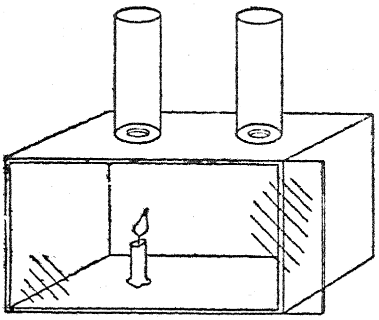
மற்றொரு முனையிலும் ஒரு தராசுக்கோலின் முனைகளில் நுழையக் கூடியவாறு ஒரு கண்ணியை (Loop) அமைத்திடுக. கோலின் ஒவ்வொரு முனையின் அருகிலும் ஒரு பையினை வைத்திடுக. பைகள் சரியான சமநிலையில் இருக்கும்வரையில் அவற்றை உட்புறமாகவோ அல்லது வெளிப்புறமாகவோ நகர்த்துக. ஒரு மெழுகுவத்தியினைக்கொண்டு பைகளில் ஒன்றன் கீழுள்ள காற்றினை நன்றாகச் சூடாக்குக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? பல நிமிட நேரம் தராசு அப்படியே நிற்கட்டும். என்ன நிகழ்கின்றது ? இப்பொழுது அடுத்த பையின்கீழுள்ள காற்றையும் சூடாக்குக. என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள் ?

(ஆ) வெதுவெதுப்பான காற்றிற்கும் குளிர்ந்த காற்றிற்கும் இடையேயுள்ள எடை வேற்றுமையை ஆய்வதில் மற்றொரு வழி உண்டு; இதில் காகிதப் பைகளுக்குப் பதிலாக குடுவைகள் தராசின்மீது பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன. குடுவைகளை நூல் கண்ணிகளுடன் இணைத்திடுக. அவை சரியான முறையில் சமநிலையில் இருக்கும்வரையில் அவற்றை நகர்த்தி அதன் பிறகு ஒரு குடுவையினை இலேசாகச் சூடாக்குக. விளைவினை உற்றுநோக்குக. அதனை அறையின் வெப்பநிலைக்குக் குளிரும்படி விட்டுவைக்க. இதை உற்றுநோக்கி அதன் பிறகு மற்றொரு குடுவையினையும் சூடாக்குக. தீய்ந்துபோன விளக்குக் குமிழ்களினின்றும் இயற்றப்பெற்ற குடுவைகள் இச்சோதனையில் நன்கு செயற்படுகின்றன.

5. நகர் முறை கடத்தல்பெட்டி (Convection Box) :

காற்றுகள் ஏன் வீசுகின்றன என்பதைக் காட்டக் கூடிய ஒரு பெட்டி எளிதாக இயற்றப்பெறலாம். ஒரு மரப் பெட்டி அல்லது ஒட்டுப் பலகைப் பெட்டியைப் பயன்படுத்துக ; இதற்காக நீங்கள் ஓர் இருக்கமான சாளரத்தை இயற்றுவதற்கு சரியான அளவுள்ள கண்ணாடித் தகட்டினைக் கைவசப்படுத்திக் கொள்ளலாம். மூடிக்காகப் பள்ளங்களைக் கொண்டுள்ள ஒரு மரத்தாலான சுண்ணக் காம்புப் பெட்டி (Chalk box) மிக நன்றாகப் பயன்படுகின்றது. பள்ளங்களில் நழுவிச்செல்லுவதற்கேற்றவாறு கண்ணாடியை வெட்டுக. அடுத்தாற்போல், பெட்டியின் ஒவ்வொரு நீண்ட பக்கத்திலும் ஒவ்வொரு முனையருகிலும் ஒவ்வொன்றாக, இரண்டு துளைகளை இடுக. அத்துளைகள் 2·5 செ. மீ.

லிருந்து 3 செ.மீ. வரையிலும் குறுக்களவினைக் கொண்டனவாக இருத்தல் வேண்டும். இந்தப் பக்கம் மேல்இருக்குமாறு பெட்டி இருத்தல் வேண்டும். இத்துளைகளின்மீது வைப்பதற்கு இரண்டு விளக்குக் கண்ணாடிகளைக் (Lamp chimneys) கைவசப்படுத்துக. விளக்குக்



கண்ணாடிகள் கிடைக்காவிடில், கிட்டத்தட்ட 15 செ. மீ. நீளமுள்ள அஞ்சல் கட்டுக்குழல் துண்டுகளை (Mailing tube) நீங்கள் பயன்படுத்தலாம். பெட்டியின் அடிமட்டத்தில் கண்ணாடிகளில் சற்று ஒன்றன்கீழ் ஒரு குட்டையான மெழுகுவத்தித் துண்டினை வைத்திடுக. மெழுகுவத்தியினைக் கொளுத்துக. அது ஞாயிற்றினால் சூடாக்கப்பெறும் இடப்பரப்பை உணர்த்துகின்றது. சாளரத்தினை மூடி, ஒரு புகைத்தாள் துண்டினைக்கொண்டு ஒவ்வொரு விளக்குக் கண்ணாடியிலும் காற்றோட்டத்தை அடையாளம் செய்திடுக. பெட்டியின் உட்புறம் காற்றின் இயக்கத்தை உற்றுநோக்குக. மற்றொரு கண்ணாடியின்கீழ் நகர்த்தி இதனையே திரும்பவும் செய்க. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? இதற்கு என்ன காரணங் கூறுவீர்கள்? இதுதான் 'நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டம்' (Convection current) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது.

6. நகர் முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்களைப் பதிகோடிடுதல் (Tracing):

(அ) தவறி அலையும் காற்றோட்டங்களினின்றும் காப்பதற்காக எரியும் மெழுகுவத்தியினை மூடுக. ஒரு புகைத் தாளினைக்கொண்டு அதனைச் சுற்றியுள்ள காற்றோட்டங்களை அடையாளம் செய்திடுக.

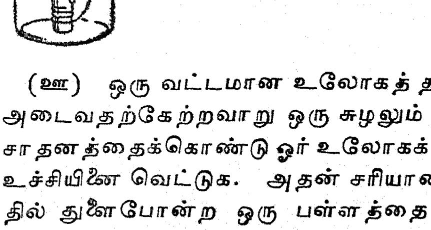
(ஆ) வெது வெதுப்பான ஓர் அறைக்கும் குளிர்ந்த அறைக்கும் இடையில் சிறிது தூரத்தில் ஒரு கதவினைத் திறந்திடுக. ஒரு புகைத் தாள் துண்டினைக்கொண்டு தரைக்குமேல் பல்வேறு மட்டங்களில் திறப்பினைச் சுற்றிலும் உள்ள காற்றோட்டங்களைத் துருவி ஆராய்க.

(இ) உங்களால் இயன்றால் ஒரு கதிர்வீசி (Radiator) அல்லது அடுப்பினால் (Stove) ஓர் அறையில் சூடாக்கப்பெறும் காற்றோட்டங்களைத் துருவி ஆராய்க.

(ஈ) திறந்த சாளரங்களின்மூலம் உச்சியிலும் அடிமட்டத்திலும் காற்று வீசிவிடப்பெற்ற ஓர் அறையிலுள்ள காற்றோட்டங்களைத் துருவி ஆராய்க.

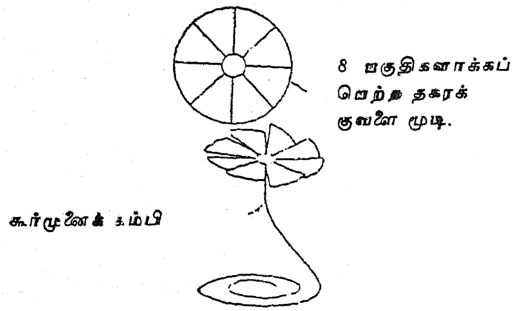
(உ) ஒரு கம்பியின் துணையால் ஒரு பால் புட்டியினுள் எரியும் மெழுகுவத்தியினை இறக்குக. என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. புதிய காற்றினைக்கொண்டு புட்டியினுள் காற்று வீசிவிடுக. மீண்டும் எரியும் மெழுகுவத்தியினைப் புட்டியில் வைத்திடுக; ஆனால் இத் தடவையில் விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு T எழுத்து வடிவில் வெட்டப்பெற்ற ஓர் அட்டைத் துண்டினைக்கொண்டு வெது வெதுப்பான காற்றோட்டத்தையும் குளிர்ந்த காற்றோட்டத்தையும் பிரித்திடுக. புகைத் தாளினைக்கொண்டு அட்டைத்துண்டின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள காற்றோட்டங்களைத் துருவி ஆராய்க.

சூடான காற்று மேலேறுதல்



(ஊ) ஒரு வட்டமான உலோகத் தகட்டினை அடைவதற்கேற்றவாறு ஒரு சுழலும் திறக்கும் சாதனத்தைக்கொண்டு ஓர் உலோகக் குழலின் உச்சியினை வெட்டுக. அதன் சரியான மையத்தில் துளைபோன்ற ஒரு பள்ளத்தை அமைத்திடுக. கிட்டத்தட்ட மையத்திலிருந்து ஆரக்

கோடுகளை வெட்டி இங்ஙனம் உண்டாக்கப் பெற்ற ஒவ்வொரு வாள் அலகிற்கும் ஒரே திசையில் முறுக்குதலைத் தருக. இச் சக்கரத்தை, கூராகவுள்ள ஒரு கம்பியின்மீது ஏற்றி அதனை ஒரு மெழுகுவத்தியின்மீதோ அல்லது மற்ற வெப்பமூலத்தின்மீதோ பிடித்



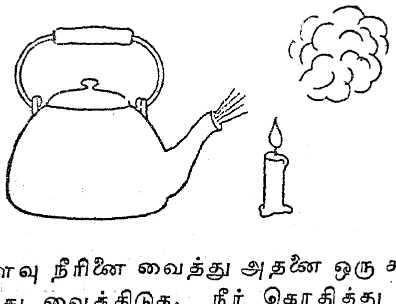
திடுக. இங்ஙனம் கவனத்துடன் இயற்றப் பெற்ற சக்கரம் ஒரு கதிர்வீசியினையோ அல்லது கொளுத்தப்பெற்ற மின் விளக்கினையோ சுழற்றவும் கூடும்.

ஒரு பால் புட்டியிலுள்ள மெல்லிய உலோகத் தகட்டாலான மூடியை அதன் தட்டையான பக்கம் கீழிருக்குமாறு ஒரு மையொற்றுத் தாளின்மீது வைத்திடுக. அதன் நடுவில் ஒரு பந்துப் பேனாவின் (Ball pen) முனையைஅழுக்கி ஒரு வடுவினை (Dent) உண்டாக்குக. நீர் அல்லது நீராவி ஆற்றலால் சுழலும் உருளையின் (Turbine) காற்றுடிக் கைஇறகுகள் (Vanes) உண்டாவதற்கேற்றவாறு மடக்கியுள்ள விளிம்பில் 'இதழ்களை' வெட்டுக. ஒரு கூரிய கம்பியின்மீதோ அல்லது தக்கையில் காதுப் பகுதி குத்தப்பெற்ற ஊசியின்மீதோ அதனைச் சுழலுமாறு செய்க. மேலே விவரிக்கப்பெற்ற ஆய்கருவியைவிட இது நகர் முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்கட்கு அதிகக் கூருணர்வுடையதாக உள்ளது.

C. காற்றினுள் எங்ஙனம் ஈரம் சென்றடைகின்றது ?

1. உங்களால் வளி மண்டல ஈரத்தைப் பார்க்க இயலாது :

தேநீர்க் கொதிகலம் அல்லது தாமிரப்பண்டத்தைப் போன்று குழல் முனையைக் கொண்ட ஒரு பாத்திரத்தில் சிறிது நீரினை ஊற்றி அப் பாத்திரத்தை நெருப்பின்மீது வைத்திடுக. இவை கிடைக்காவிடில் ஒரு குடுவையில் ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானைப் பொருத்தி அதில் ஒரு செங்கோணமாக வளைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழலை வைத்திடுக. குடுவையில்



சிறிதளவு நீரினை வைத்து அதனை ஒரு சுவாலையின்மீது வைத்திடுக. நீர் கொதித்து நீராவி மூக்கின் வழியாக வெளிவருங்கால், அப்பொழுது உண்டாகும் மேகத்தை உற்றுநோக்குக. இது நீராவி அன்று; ஆனால் இது திரவமாகச் சுருங்கிய நீராகும். நீராவி வெளிவருங்கால் மூக்குப் பகுதிக்கு அடுத்துள்ள இடத்தினை உற்றுநோக்குக. அதை உங்களால் பார்க்க முடிகின்றதா ? இப்பொழுது ஒரு மெழுகுவத்தி அல்லது அடுப்பினைச் சுருங்கிய நீராவியின் மேகத்தில் வைத்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? ஈரம் எங்குப் போகின்றது ?

2. துணிக் குச்சு குறைவான எடையைக் கொள்கின்றது :

தரையைத் துடைக்கும் ஒரு துணிக் குச்சினை (Mop) நீரில் வைத்திடுக. அதை நன்றாகப் பிழிந்து அதன்பிறகு அதனை ஒரு மேசையின் மீது மூலையில் வைக்கப்பெற்றுள்ள முக்கோண அரத்தின்மீது சமநிலையாக்கி வைத்திடுக. நீங்கள் கவனமாகச் சமநிலையாக்கியுள்ளீர்களா என்பதை உறுதி செய்துகொள்க. ஒரு மணி நேரம் கழிந்த பின்னர் துணிக் குச்சினை உற்றுநோக்குக. என்ன நிகழ்ந்துள்ளது ? இதற்கு

நீங்கள் என்ன காரணங் கூறுவீர்கள் ? நீர் எங்குச் சென்றடைந்தது ?

3. ஈரத்தைத் திரும்பவும் எடை காணல் :

இதே சோதனை நீராட்டுத் துண்டினைக் கொண்டும் செய்யப்பெறலாம். துண்டினை நனைத்து அதனைப் பிழிக. அதனை ஒரு மேலங்கியைத் தொங்கவிடும் சாதனத்தில் தொங்க விடுக. மேலங்கியைத் தொங்கவிடும் சாதனத்தை ஒரு மேசையின் மூலையில் ஒரு முக்கோண அரத்தின்மீது சமநிலையாக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு நீண்ட கழியின் ஒரு முனையில் தொங்கவிடுக.

4. மண்ணினின்றும் ஈரம் ஆவியாகின்றது :

ஒரு மலர்ச் சட்டியை ஈர மண்ணினுல் நிரப்பி அதனை ஒரு தராசின்மீது வைத்திடுக. மண்ணைக்கொண்ட மலர்ச்சட்டியை எடைகளைக் கொண்டு சமநிலையாக்குக ; அல்லது அதன் எடையை உற்றுநோக்குக. 24 மணி நேரம் கழித்து மீண்டும் அதன் எடையை உற்று நோக்குக.

5. வீட்டுத் தாவரங்களினின்றும் ஈரம் வருகின்றது :

ஏதாவது ஒரு வீட்டுத் தாவரம் அல்லது தோட்டத் தாவரத்தின் ஓர் இலையின்மீது ஒரு செல்லோஃபேன் பையினை வைத்துத் தண்டினருகிலுள்ள அதன் முனையை ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையினுல் மூடிவிடுக. ஒரு மணி நேரங் கழித்து அதனை உற்றுநோக்குக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? நீங்கள் காண்பது எங்கிருந்து வந்தது ?

6. வேறு தாவரங்களின்றும் ஈரம் வருகின்றது :

10 அல்லது 15 செ.மீ. உயரமுள்ள ஏதாவது மொச்சை அல்லது பட்டாணி நாற்றுக்களைக் கொண்ட ஒரு மலர்ச் சட்டியினைக் கைவசப் படுத்துக. சட்டியின் உச்சியை செல்லோஃபேன் அல்லது இரப்பர்த் தகட்டினைக் கொண்டு மூடிவிடுக ; சிறிதுகூட மண் திறந்த நிலையில் இல்லாது இருப்பதற்கேற்ப அத்தகட்டினைத் தாவரங்களின் தண்டுகளைச் சுற்றிலும் நெருக்கமாகக் குண்டூசிகளைக் குத்திவிடுக. தாவரங்களின்மீது ஒரு தூய்மையான, உலர்ந்த கண்ணுடிச் சாடியினைக் கவிழ்த்து, ஒரு மணி நேரம் கழிந்த பிறகு உற்றுநோக்குக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? அப்படிக் காண்பது எங்கிருந்து வந்தது ?

7. மூச்சுவிடலினின்றும் ஈரம் :

ஒரு குளிர்ந்த ஆடியின் (Mirror) மீதோ அல்லது குளிர்ந்த கண்ணுடியின்மீதோ அல்லது புட்டியின்மீதோ ஊதி மூச்சுவிடலினின்றும் வரும் ஈரம் காட்டப்பெறலாம்.

8. வாயு சுவாலையினின்றும் ஈரம் :

குளிர்ந்த நீரினைக்கொண்ட தட்டொன்றினை ஒரு சில விநாடிகள் நேரம் ஒரு வாயு அடுப்பின் மீது வைத்து, சுவாலையினின்றும் வரும் ஈரம் காட்டப்பெறலாம். நெருப்பினின்றும் தட்டினை அகற்றி அதன் அடிமட்டத்தினை உற்று நோக்குக.

9. மற்ற சுவாலைகளினின்றும் ஈரம் :

ஒரு மெழுகுவத்தியின் சுவாலையை ஒரு குளிர்ந்த கரும்பலகையின் அருகில் கொண்டு வருக. ஒரு வாயு அடுப்பின் சுவாலை, சாராய விளக்கினின்றும் வரும் சுவாலை, ஒரு துண்டுத் தாள் எரிவதால் உண்டாகும் சுவாலை, எரியும் துண்டுக் கட்டையினின்றும் எழும் சுவாலை ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி இச் சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? நீங்கள் காண்பது எங்கிருந்து வந்தது ?

10. ஆவியாதலின் வீதத்தை (Rate) பரப்பு பாதிக்கின்றது :

50 மி. மீ. நீரை அளந்து அதனை அளக்கும் பாத்திரத்தைவிட அதிகமான குறுக்கு விட்டத்தைக்கொண்ட கொள்கலம் ஒன்றில் ஊற்றுக. திரும்பவும் அளக்கும் பாத்திரத்தில் 50 மி. மீ. நீரினை அளந்திடுக. வெப்பநிலையும் காற்றின் இயக்கங்களும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கக்கூடிய இடத்தில் அவற்றை ஒன்றற்கொன்று அருகிலிருக்குமாறு வைத்திடுக. மறுநாள் ஒவ்வொரு கொள்கலனிலுமுள்ள நீரினை அளந்து காண்க. ஆவியாதலின் வேறுபாட்டிற்கு எது காரணமாகின்றது ?

11. ஆவியாதலின் வீதத்தை வெப்பநிலை பாதிக்கின்றது :

ஒரு கரும்பலகை அல்லது கற்பலகையின் மீது ஓரிடத்தை வெதுவெதுப்பாக்குக ; ஒரு மெழுகுவத்தியினைக்கொண்டோ அல்லது பலகையினை வெயிலில் வைத்தோ இதனை நிறைவேற்றலாம். இந்த வெதுவெதுப்பான பரப்பின்மீதும் மற்றொரு குளிர்ச்சியான பரப்பின்மீதும் சம அளவுள்ள நீர்ப் பொட்டுக்களை வைத்திடுக. பொட்டுக்களை உற்றுநோக்கி என்ன நேரிடுகின்றது என்பதைக் காண்க.

12. ஆவியாதலின் வீதத்தை அசையும் காற்று பாதிக்கின்றது :

ஓர் ஈரமான கடற்பஞ்சு அல்லது துணியைக் கொண்டு ஒரு குளிர்ச்சியான கரும்பலகையின் மீது சற்று இடைவெளியிருக்குமாறு சம அளவுள்ள பொட்டுக்களை உண்டாக்குக. ஒரு சிறிய அட்டைத் துண்டினைக்கொண்டு ஒரு பொட்டினை விசிறுக; ஏனையவற்றை விசிறாமல் விட்டுவிடுக.

ஆவியாதலில் உள்ள வேறுபாட்டிற்கு எது காரணமாகின்றது ?

13. ஆவியாதலின் வீதத்தைக் காற்றிலுள்ள ஈரம் பாதிக்கின்றது :

சுமார் 30 செ. மீ. சதுரமும் சுமார் 3 செ. மீ. கனமும் உள்ள ஒரு மர வளையம் அல்லது சட்டத்தின்மீது ஏதாவது ஒரு துணியை இணைத்து அதனை நனைத்திடுக. அடுத்த படியாக ஒரு கடற்பஞ்சு அல்லது ஈரத்துணியைக்கொண்டு ஒரு குளிர்ந்த கரும்பலகைப் பரப்பின்மீது இரண்டு ஈரப் பொட்டுக்களை உண்டாக்குக. ஈரத் துணியைக் கொண்டுள்ள சட்டத்தினால் ஒரு பொட்டினை மூடுக ; மற்றொரு பொட்டினைத் திறந்த நிலையிலேயே விட்டுவிடுக. ஒரு சில விநாடிகள் கழித்து இரண்டு பொட்டுக்களையும் உற்றுநோக்குக. எந்தப் பொட்டு அதிக வேகமாக ஆவியாயிற்று ? எங்ஙனம் ஈரக் காற்று (சட்டத்தின் கீழுள்ளது) ஆவியாதலின் வீதத்தைப் பாதிக்கின்றது ?

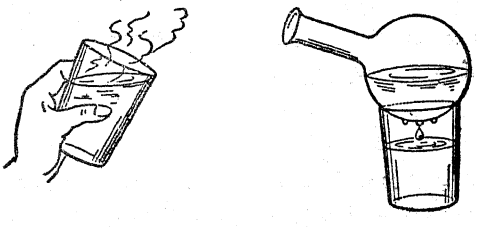
D. காற்றினின்றும் ஈரம் எப்படி வருகின்றது ?

1. குளிர்ந்த மேற் பரப்புக்களின்மீது ஈரம் திரவமாகச் சுருங்குகின்றது :

சிறிதளவு பனிக்கட்டியை ஒரு பளபளப்பான தகரக் குவளையில் வைத்திடுக. சிறிது நேரம் கழிந்ததும் குவளையின் வெளிப்புறத்தை உற்றுநோக்குக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? நீங்கள் காண்பது எங்கிருந்து வந்தது ?

2. நீர் வட்டம் :

சிறிதளவு நீரை அது கொதிநிலையை அடையும்வரை சூடாக்குக. அதை ஒரு நீர் பருகும் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் வைத்து உச்சி வரையில் அதன் பக்கங்கள் ஈரம் ஆவதற்கேற்றவாறு அப்பாத்திரத்தைச் சுழற்றுக. ஒரு மின் குமிழினின்றும் செய்யப்பெற்ற குடுவை அல்லது ஃபிளாரென்ஸ் குடுவை போன்ற ஓர் உருண்டையான குடுவையில் சிறிதளவு மிகக் குளிர்ந்த நீரினை வைத்திடுக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு குடுவையைக் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின்மீது ஒரு கோணத்தில் வைத்திடுக. சூடான நீரினின்றும் நீர் ஆவியாகி, குடுவையின் குளிர்ந்த மேற்பரப்பின்மீது திரவமாகச் சுருங்கி கண்



ணாடிப் பாத்திரத்தினுள் திரும்பவும் சொட்டுச் சொட்டாக விழும். இங்கு நீங்கள் ஆவியாதல், திரவமாகச் சுருங்குதல், நீராக வீழ்தல் ஆகிய மூன்றையும் காண்கின்றீர்கள். இயற்கையில் நடைபெற்றுக்கொண்டிருக்கும் நீர் வட்டத்தை நீங்கள் கண்டுவிட்டீர்கள்.

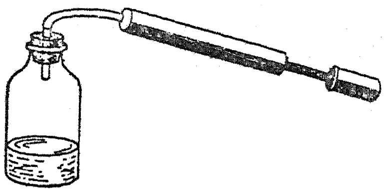
3. பனி நிலை வெப்ப நிலை (dew-point temperature):

சிறிது நீரினைக்கொண்ட ஒரு பளபளப்பான தகரக் குவளை, ஒரு வெப்பமானி, சிறிது பனிக் கட்டி இவற்றினைக்கொண்டு நீங்கள் பனி நிலை வெப்ப நிலையை அளந்து காணலாம். பனி நிலை வெப்ப நிலை ஒரு முக்கியமான வானிலை உற்றுநோக்கலாகும். அது காற்றிலுள்ள ஈரம் திரவமாகச் சுருங்கக்கூடிய வெப்ப நிலையாகும். நாளுக்கு நாள் பனி நிலை வெப்ப நிலை மாறிக்கொண்டே இருக்கின்றது.

தகரக் குவளையின் வெளிப்புறம் உலர்ந்தும் பளபளப்பாகவும் உளதா என்பதை உறுதி செய்துகொள்க. குவளையினுள் சிறிதளவு நீரை வைத்து அதனை ஓர் அச்சிட்ட பக்கத்தின்மீது வைத்திடுக; இதனால் அச்சிட்ட பகுதி குவளையினின்றும் தெளிவாக ஒளித்திருப்பம் பெறுகின்றது. குவளையில் வெப்பமானியை வைத்திடுக. இப்பொழுது நீரில் தடவைக்குச் சிறிது சிறிதாக பனிக்கட்டியைப் போட்டு, வெப்பமானியைக்கொண்டு கவனமாகக் கிளறிவிடுக. வெப்ப நிலையைக் கவனமாகப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கவும்; குவளையின் வெளிப்புறத்தில் பனி உண்டாகத் தொடங்கும் வெப்ப நிலையில் வெப்பமானியில் வெப்ப நிலையை அளந்து காண்க. இது பனி நிலை வெப்ப நிலைக்கு அருகிலுள்ள வெப்ப நிலையாகும்.

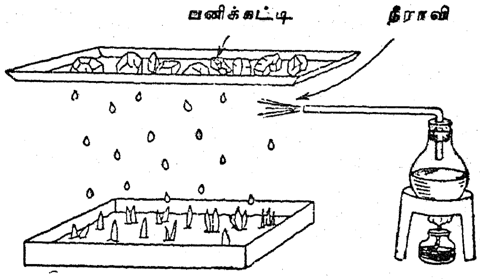
4. ஒரு புட்டியில் மேகம்:

ஒரு புட்டியில் நீங்கள் மேகம் உண்டாகச் செய்யலாம். ஒரு பெரிய புட்டியினைக் கைவசப் படுத்தி அதில் ஒரு 10 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலைக் கொண்ட ஓர் இரப்பர் அடைப்பானைப் பொருத்துக. புட்டியில் கிட்டத் தட்ட 2·5 செ. மீ. அளவுள்ள வெதுவெதுப்பான நீரினை வைத்து அதனுள்ளிருக்கும் காற்றினுள் சிறிதளவு சீமைச் சுண்ணாம்புத் தூளினைத் தூவுக. ஓர் இரப்பர்க் குழல் துண்டினைக்கொண்டு ஒரு மிதி வண்டிப் பம்பினைக் கண்ணாடிக் குழலுடன் இணைத்திடுக. அடைப்பானைப் புட்டியில் இருக்குமாறு பிடித்துக் கொண்டு ஒரு மாணாக்கனைப் பம்பினால் காற்றடிக்குமாறு ஏவுக. புட்டியினுள் காற்று நெருக்கப்பட்டதும் அடைப்பான் தூக்கி வீசியெறியப்பெறட்டும்; இப்பொழுது என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. நீங்கள் நல்ல மேகத்தை உண்டாக்காவிட்டால் கனிந்து எரியும் ஒரு தீக்குச்சி அல்லது சிறு சுருட்டினின்றும் (cigarette) வெளிப்படும் சிறிதளவு புகையை உள்ளே நுழைத்திடுக. காற்று விரியும்பொழுது குளிர்கின்றது; இதனால் புட்டியிலுள்ள வெப்ப நிலையைப் பனி நிலை வெப்ப நிலைக்கும் கீழாகக் குறைத்துவிடுகின்றது. ஈரம் வேகமாக திரவமாகிச் சுருங்குகின்றது. பூமிக்குமேல் வெதுவெதுப்பான காற்று எழும்பொழுது காற்றின் அமுக்கம் குறைக்கப்பெறுகின்றது. காற்று விரிந்து, குளிர்கின்றது; பனி நிலை வெப்ப நிலைக்கும் கீழாக அது குளிரும்பொழுது மேகங்கள் உண்டாகின்றன.



5. மழை வட்டம்:

உங்களுடைய வகுப்பறையில் சிறிய அளவில் அமைந்த மழை வட்டத்தைத் திரும்பப் படைக்கலாம். தாவர நாற்றுக்களைக்கொண்ட ஒரு பெட்டியை மேசையின்மீது வைத்திடுக. பெட்டிக்குமேல் கிட்டத்தட்ட 35லிருந்து 40 செ. மீ. உயரத்தில் ஓர் உலோகத் தட்டத்தை வைத்து அதனைத் தாங்கச் செய்திடுக. உலோகத் தட்டத்தின்மீது நொறுங்கிய பனிக்கட்டியைத் தூவுக. ஒரு தேநீர்க் கெண்டி அல்லது



குடுவையில் சிறிது நீரினை ஊற்றி அதனை ஓர் அடுப்பின்மீது அல்லது ஏதாவது ஒரு வெப்ப மூலத்தின்மீது வைத்திடுக; இந்த ஏற்பாட்டினால் நீராவி நாற்றுக்களுக்கும் தட்டத்திற்கும் இடையே போகும். இப்பொழுது நீங்கள் மழை வட்டத்தை ஆராயும் நிலையில் இருக்கின்றீர்கள். தேநீர்க் கெண்டி அல்லது குடுவை பூமியிலுள்ள நீர்மூலம்போல் செயற்படுகின்றது. இஃது ஆவியாகிக் குளிர்ந்துள்ள தட்டத்திற்கு எழுகின்றது; இத் தட்டம் பெருக்கத்தினால் குளிர்வடையப்பெற்ற பூமிக்கு மேலுள்ள காற்றடுக்குகளை உணர்த்துகின்றது. இங்கு ஈரம் தட்டத்தின்மீது திரவமாகச் சுருங்கி நாற்றுக்களின்மீது மழையாகத் திரும்பவும் சொட்டுகின்றது.

6. வகுப்பில் உறைபனி:

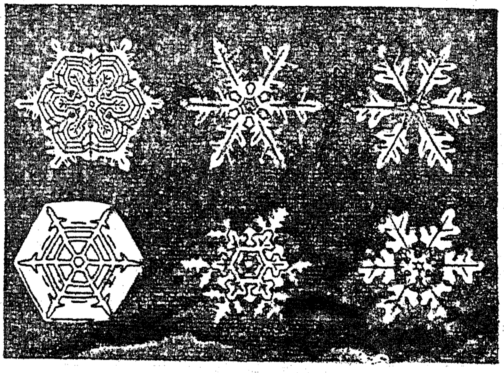
ஒரு தகரக் குவளையைப்போன்ற ஒரு நெட்டையான உலோகக் கொள்கலனைப் பயன்படுத்தி வகுப்பில் உறைபனி இயற்றப் பெறுதல் கூடும். உப்பைப்போல் இரண்டு மடங்கு பனிக்கட்டியினைப் பயன்படுத்தி இந்தக் குவளையைப் பனிக்கட்டியையும் உப்பையும் கொண்டு ஒன்றுவிட்ட அடுக்குகளாக அமையுமாறு அடைத்திடுக. நீங்கள் இங்ஙனம் அடைக்கும்பொழுது ஒரு கோலினைக்கொண்டு கலவையை நன்கு நெருக்கமாகக் கெட்டிக்க. அது நிரம்பியதும் குவளையின் வெளிப்புறத்தைக் கவனமாக நோக்குக. சிறிது பனி உண்டாகி உறையலாம்; ஆனால் நீங்கள் நுண்மையாக உண்டாகும் வெண்ணிற உறைபனியையும் உற்றுநோக்கும் திறனுடையவர்களாக இருத்தல் வேண்டும். சிறிது நேரம் குவளையை அப்படியே வைத்திருந்தால் அது முழுவதும் ஓர் அழகான வெண்ணிற உறைபனியால் சூழப்பெறும்.

7. ஓர் ஆலங்கட்டியை (hailstone) ஆய்தல்:

ஆலங்கட்டி மழை பெய்யும்பொழுது, சில ஆலங்கட்டிகளைச் சேகரித்திடுக. அவற்றைப் பாதியாக வெட்டி ஆலங்கட்டியின் பனிக்கட்டி எங்ஙனம் அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளது என்பதை உற்றுநோக்குக.

8. வெண்பனி ஏடுகளை (Snow-flakes) ஆய்தல்:

பனி பெய்யும் நிலப் பகுதியில் நீங்கள் வாழ்ந்தால், சில வெண்பனி ஏடுகளை ஒரு கறுப்புக் கம்பளத் துணியில் சேகரித்து அவற்றை ஓர் உருப்பெருக்கும் கண்ணாடியினைக் கொண்டு கூர்ந்து நோக்குக. அவற்றுள்



நீங்கள் பல்வேறு வடிவங்களைக் காண்பீர்கள். ஆனால், அவை எப்பொழுதும் ஆறு பக்கங்களைக் கொண்டனவாகவே இருக்கும். இயற்கையின் மிக அழகான காட்சிகளில் வெண்பனி ஏடுகள் ஒரு சிறப்பான காட்சியாகும்.

இயல் 9

நீரின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

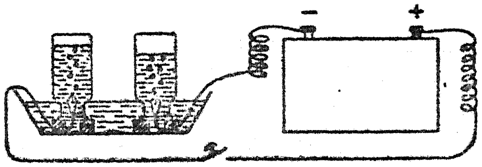
A. நீரின் சேர்க்கை வீதம் (Composition)

1. எங்ஙனம் நீர் சிதைவு செய்யப்பெறுதல் கூடும்?:

இந்தக் கவர்ச்சிகரமான சோதனைக்கு ஓர் ஆறு-வோல்ட்டு சேகர மின்கலம் அல்லது மின் சேமக்கலம் அல்லது ஆறு உலர்ந்த மின் கலங்கள் கொண்ட ஒரு மின் கல அடுக்கு உங்கட்குத் தேவைப்படும்.

ஒவ்வொன்றும் 30 செ. மீ. நீளமுள்ள இரண்டு தாமிரக் கம்பிகளின் ஒவ்வொரு கோடியிலும் காப்பிட்ட உறையில் சுமார் 6 செ. மீ. நீளத்திற்கு அகற்றுக. அடுத்து, இரண்டு பழைய ஊற்றுப் பேனாக்களினின்றும் பேனா முனைகளைக் கைவசப்படுத்திக் காப்பிடப்பெறாத ஒவ்வொரு கோடியையும் ஒவ்வொரு பேனா முனையுடனும் இறுக்கமாகச் சுற்றுக. இணைப்பினை முத்திரை அரக்கினால் மூடித் தாமிரப் பகுதி புறத்தே தெரியாமல் மூடிவிடுக. மின் கல அடுக்கின் ஒவ்வொரு கோடியுடனும் (Terminal) ஒரு கம்பியினை இணைத்திடுக. ஆழமற்ற ஒரு கண்ணாடித் தட்டொன்றினைக் கிட்டத்தட்டப் பாதியளவு நீரினால் நிரப்புக. இரண்டு சிறிய கண்ணாடிப் புட்டிகளை நீரினால் நிரப்பி, அவற்றின் வாய்களின்மீது அட்டைத் துண்டுகளை வைத்து அப் புட்டிகளைத் தட்டிலுள்ள நீரில் கவிழ்த்திடுக. இரண்டு புட்டிகளையும் இரண்டு மெல்லிய துண்டுக் கட்டைகளின்மீது நிறுத்துக; இதனால் தட்டின் அடிமட்டத்தினின்றும் புட்டிகளின் வாய்கள் உயர்ந்த நிலையில் உள்ளன. கவனத்துடன் ஒவ்வொரு பேனா முனையையும் ஒவ்வொரு புட்டியில் வைத்திடுக.

கிட்டத்தட்ட இரண்டு மேசைக் கரண்டியளவு கந்தக அமிலத்தை நீரில் விட்டு அது நீரில் நன்கு கலக்குமாறு செய்க; ஒரு சில விநாடி நேரம் இதற்காகத் தருக. கந்தக அமிலம் உங்கள் தோலில் பட்டால் எரித்துவிடுமாதலாலும், ஆடையில் சிதறினால் துளைகளைச் செய்துவிடுமாதலாலும் அதனைக் கையாளுவதில் மிகக் கவனமாக இருந்திடுக. கந்தக அமிலத்தை நீங்கள் மருந்துக்கடை, மின்கலம் பழுதுபார்க்கும் நிலையம், அல்லது வேதியியல் ஆய்வகம் இவ்விடங்களில் பெறலாம்.



எல்லாம் தயாரானதும் மின்னோட்டத்தைத் திருப்பிவிடுக. இந்தச் சோதனை முற்றுப் பெறுவதற்குச் சிறிது நேரம் ஆகலாம். ஒவ்வொரு புட்டியிலும் என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. புட்டிகள் இரண்டும் ஒரே அளவுடையனவாக இருப்பின் ஒரு அடிகோலினைக்கொண்டு விளைவுகளை நீங்கள் அளந்திடலாம். இவை இரண்டும் எங்ஙனம் ஒப்பிடத் தகுந்தவையாக உள்ளன ?

புட்டிகள் இரண்டும் வாயுவினால் நிரம்பியதும் ஒவ்வொன்றின் வாயிலும் ஒரு கண்ணாடித் தட்டினை வைத்திடுக. விரைவாக நிரம்பிய புட்டியினைக் கண்ணாடித் தட்டின்மீது வாய் கீழ்நோக்கியிருக்குமாறு விட்டுவைக்க. தாமதமாக நிரம்பிய புட்டியினைக் கண்ணாடித் தட்டு மூடிய நிலையில் வாய் மேல்நோக்கியிருக்குமாறு அமைத்திடுக. வாய் மேல்நோக்கியிருக்குமாறு வைத்த புட்டியில் ஒளிவிடும் தணற்குச்சியினை வைத்திடுக. என்ன நிகழ்கின்றது? இந்த வாயு ஆக்ஸிஜன் ஆகும்.

தலைகீழாகக் கவிழ்ந்த நிலையில் வைத்த புட்டியின் வாய்க்கு ஓர் எரியும் தணற்குச்சியினைக் கொண்டு வருக. என்ன நிகழ்கின்றது? இந்த வாயு ஹைட்ரஜன் ஆகும். நீர் H_2O என்று வழங்கப்பெறுவதை நீங்கள் எப்பொழுதாவது கேள்வியுற்றுள்ளீர்களா ? உங்கள் சோதனையினின்றும் இதனை உங்களால் விளக்கக் கூடுமா ?

2. ஆக்ஸிஜன் தயாரிக்கப்பெறுதல் எங்ஙனம் கூடும்?:

இயல்—7இல் 5 - 8, 9 இனங்களில் ஆக்ஸிஜன் தயாரிப்பதற்குரிய வழிகள் கூறப்பெற்றுள்ளன.

ஒவ்வொரு குமிழியும் உண்டாக்கப்பெறுங்கால் ஒரு சிறு குலுக்குதல் அதனைப் புனலினின்றும் பிரித்துவிடுகின்றது; குமிழியும் வீட்டு மச்சின் புறம்வரையில் எழுகின்றது. இக்குமிழிகள் மச்சின் அடிப்புறத்தருகில் போகுங்கால் நீங்கள் ஒரு கோலின் நுனியில் எரியும் மெழுகு வத்தியினைக்கொண்டு குமிழிகளைத் தீயிட்டுப் பல வேடிக்கைகளை நிகழ்த்தலாம்.

B. நீர் எங்ஙனம் தூய்மையாக்கப்பெறுதல் கூடும்?

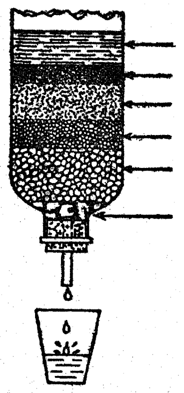
1. ஒரு வடிகட்டியை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

அடிமட்டத்தில் சிறிதளவு பஞ்சும் ஒருசில அங்குல ஆழத்திற்கு மணலும் கொண்ட ஒரு தாவரச் சட்டி பல்வேறு செயல்கட்குச் சிறந்த வடிகட்டியாகப் (Filter) பயன்படுகின்றது. இஃது இயல் 2 சோதனை C-10இல் காட்டப் பெற்றுள்ளது.

நீருள்ள ஒரு தட்டில் மண்ணைப் போட்டுக் கலக்கிச் சிறிதளவு சேற்று நீரை உண்டாக்குக. இந்த நீரை வடிகட்டியில் ஊற்றி அது சொட்டும்பொழுது ஒரு தெளிவான கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் பிடித்திடுக. மணல் அடுக்கினையும் பொடியாக்கப்பெற்ற அடுப்புக் கரியையும் ஒன்று விட்டு ஒன்று அடுக்குகளாக அமைத்து வடிகட்டி மேம்பாடடையச் செய்ய முடியுமா என்று பாருங்கள். பருகுவதற்காக அது கொதிக்க வைக்கப்பெறுவதற்குமுன்னர் நீரைத் தெளிவாக்குவதற்கு இத்தகைய வடிகட்டி நன்முறையில் செயற்படுகின்றது.

2. செயலாய்வுக்குரிய வடிகட்டியை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

சிறிது நீளமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழலினைத் தாங்கியுள்ள ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானை



ஒரு விளக்குக் கண்ணாடியின் சிறிய முனையில் பொருத்துக. அடிமட்டத்தில் ஒரு சிறிது பஞ்சினையும் அதன் பின்னர், தூய்மையான கூழாங் கற்களாலான ஓர் அடுக்கினையும் அமைத்திடுக. சிறிதளவு பெரு மணலை நன்கு கழுவி அதனாலாகிய அடுக்கினைக் கூழாங்கற்களுக்கு மேல் வைத்திடுக. அடுத்து, சிறிதளவு நுண் மணலை நன்கு கழுவி அதனைக் கொண்டு கனமான அடுக்கினை வடிகட்டியில் அமைத்திடுக. சிறிதளவு மரக்கரியினை அரைத்து நீருடன் கலந்து கூழ்போலாக்குக. இந்தக் கரியாலான கூழினை ஒரே சமனாக இருக்குமாறு மணலின்மீது ஊற்றுக. மிகவும் கலங்கலாகவுள்ள சிறிதளவு சேற்று நீரை வடிகட்டியின் உச்சியில் ஊற்றுக. வடிகட்டியின்கீழ் வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு தூய்மையான கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் வடிகட்டிய நீரைத் திரட்டுக.

3. கொதிக்கவைத்தலால் நீரினின்றும் கிருமியகற்றப்பெறுதல் (Sterilizing):

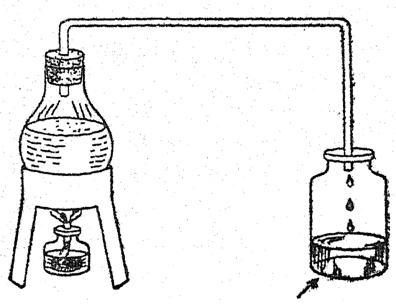
நீரில் மிக நுண்ணிய தாவரங்களும் மிக நுண்ணிய பிராணிகளும் இருப்பது நீரினைப் பருகுவதற்குத் தகுதியற்றதாக்குகின்றது. அத்தகைய உயிர் வாழ் இனங்களை ஒரு நுண்பெருக்கியின்மூலமே காணுதல்கூடும். கொதிக்கவைத்தல் எங்ஙனம் உயிர்வாழ்வனவற்றைப் பாதிக்கின்றது என்பதை நாம் எளிய முறையில் ஆராயலாம். முட்டையின் வெண்கருப் பகுதி உயிருள்ள நோய்க் கிருமிகளின் (Bacteria) உடல்களாக அமையும் பொருளுடன் வேதியியல் முறையில் மிகவும் ஒத்திருப்பதாக அறியப்பெற்றுள்ளது.

ஒரு சோதனைக்குழல் அல்லது குடுவையின் கிட்டத்தட்டப் பாதியை நீரினால் நிரப்பி அது கொதிக்கும் வரையில் சூடாக்குக. ஒரு மருந்து சொட்டும் குழலினைக்கொண்டு ஒரு சில துளிகள் முட்டையின் வெண்கருவினை அதில் சொட்டச் செய்க. முட்டையின் வெண்கரு முற்றிலும் மாற்றமடைவதை உற்றுநோக்குக. அது கொதிக்க வைக்கப்பெற்ற அல்லது பொரிக்கப்

பெற்ற ஒரு முட்டையின் வெண்கருவினைப் போலாகின்றது. தீங்கு பயக்கக்கூடிய நுண் கிருமிகளைக்கொண்ட நீர் கொதிக்கவைக்கப் பெறுங்கால் அதிலுள்ள நுண் கிருமிகளின் உயிருள்ள இழையத்திற்கு (Living tissue) இதுபோன்ற ஒருவித நிலைதான் ஏற்படுகின்ற தாகக் கருதலாம்.

4. நீரினை ஆவியாக்கி வடிக்கும் ஓர் எளிய ஆய் கருவியை எங்ஙனம் இயற்றுவது ?:

ஒரு குடுவை, ஒரு கண்ணாடி அல்லது இரப்பர்க் குழல் இவற்றைக்கொண்டு ஓர்



ஆவியாகி வடியும் நீர்

எளிய ஆவியாக்கி வடிக்கும் ஆய்கருவியை இயற்றலாம். ஒரு துண்டு கண்ணாடிக் குழலைத் தன்னூடே கொண்ட ஓர் ஒரு-துளை அடைப் பான் அல்லது தக்கையினை ஒரு குடுவையில் பொருத்துக. ஓர் 60 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலினை விளக்கப் படத் தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு வளைத்திடுக; அல்லது ஓர் இரப்பர்க் குழலினைப் பயன்படுத் துக. இக் குழலைக் குடுவையிலுள்ள குழலுடன் பொருத்துக. ஒரு குடுவை அல்லது நீர் பருகும் கண்ணாடிப் பாத்திரம் அல்லது இன்பழ ஊறல் சாடியினை ஆவியாகி வடியும் நீரினைச் சேகரிப் பதற்குப் பயன்படுத்துக. கொதிக்கவைப்ப தற்குப் பயன்படுத்தும் குடுவையின் கிட்டத் தட்டப் பாதியை மை அல்லது வேறு வண்ணப் பொருளைக்கொண்ட சேற்று நீரால் நிரப்புக. அந் நீரை ஒரு பொருத்தமான சுவாலையின் மீது வைத்துக் கொதிக்கவிடுக.

5. எங்ஙனம் ஒரு பெரிய ஆவியாக்கி வடிக்கும் கருவியை இயற்றுவது ?:

இயல் 2, இனம் C-T ஐப் பார்க்க.

6. எங்ஙனம் ஒரு லீபிக் குளிர் கலத்தை (Liebig condenser) இயற்றுவது ?:

இயல் 2, இனம் C-9 ஐப் பார்க்க.

C. வன்னீரும் மென்னீரும்

வன்னீர் தாதுப் பொருள்களைக் கொண்டுள் ளது; நீர் பூமியின்மீதும் பூமியின் ஊடேயும் ஓடும்பொழுது இவை பாறைகளினின்றும் கரைக்கப்பெறுகின்றன. மழைநீர் அல்லது ஆவியாக்கி வடிக்கப்பெற்ற நீரைப்போலவே சிறிதளவேனும் கரைந்த தாதுப்பொருள் களைக்கொண்டிராத நீரே மென்னீராகும்.

1. வன்னீருக்கும் மென்னீருக்கும் உள்ள வேறு பாடு:

ஏதாவது ஓடையினின்றும் சிறிதளவு வன்னீ ரைக் கொணர்க (அல்லது அடுத்த சோத னையில் விவரிக்கப்பெற்றுள்ளவாறு சிறிதளவு நீரினை ஆக்குக. மழைநீர் அல்லது ஆவியாக்கி வடிக்கப்பெற்ற நீரைப்போல் சிறிது மென்னீ ரையும் கைவசப்படுத்துக. சோப்புச் சீவல்கள் அல்லது சோப்புப் பொடியினை ஒரு சிறிதளவு வெதுவெதுப்பான நீரில் கரைத்து சிறிதளவு சோப்புக் கரைசலை ஆக்குக. இரண்டு புட்டி களில் சம அளவு வன்னீர், மென்னீர்களை வைத்திடுக. ஒரு மருந்து சொட்டும் குழலினைக் கொண்டு தடவைக்கு ஒரு சில சொட்டுக்களாக மென்னீரில் சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்திடுக. ஒவ்வொரு தடவையும் சொட்டுக்களைச் சேர்த்த பிறகு புட்டியை நன்ருகக் குலுக்குக. நீரின் உச் சியில் சுமார் 1 செ.மீ. கனமுள்ள நுரை உண் டாவதற்குத் தேவையான சோப்புக் கரைச லின் சொட்டுக்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக.

அடுத்தபடியாக அதே அளவு சோப்புக் கரைசலை வன்னீரில் சேர்த்து அதே அளவு காலம் வரையில் புட்டியை நன்கு குலுக்குக. ஏதாவது வேற்றுமை உளதா என்பதை உற்று நோக்குக. நல்ல நுரையைப் பெறும்வரையி லும் சோப்புக் கரைசலைத் தொடர்ந்து சேர்த்

துக்கொண்டே இருக்க. இரண்டிலும் பயன் படுத்தப்பெற்ற சோப்புக் கரைசல்களின் அளவுகள் எங்ஙனம் ஒப்பிடத் தகுந்தனவாக உள்ளன ?

2. வன்னீரை எங்ஙனம் உண்டாக்குவது ? :

வன்னீரில் இரண்டு வகை உள்ளன ; ஒன்று மாறு வன்னீர் என்பது ; மற்றொன்று நிலை வன்னீராகும். மாறு வன்னீர் அடியிற் குறிப்பிட்டுள்ளவாறு செய்யப்பெறுதல் கூடும் : சிறிதளவு தெளிந்த சுண்ணம்பு நீரினைக்கொண்டு தொடங்குக. (இயல் 18, இனம்-12இல் வழிகளைக் காண்க.) கரியமிலவாயுவினைத் தெளிவான சுண்ணம்பு நீரின்வழியாக (இயல்-7 இனம் K-14ஐக் காண்க.) முதலில் உண்டான முகிற்படலம் மறைகின்றவரையில் குமிழியிடச் செய்க ; இப்பொழுது நீங்கள் சிறிதளவு மாறு வன்னீரை அடைவீர்கள். நீருடன் சிறிதளவு கால்சியம் சல்ஃபேட் அல்லது பாரிஸ் காரையினைச் சேர்த்தும் அதனைப் பல மணி நேரம் அப்படியே இருக்குமாறு விட்டுவைத்தும் நிலை வன்னீர் தயாரிக்கப்பெறுதல் கூடும். இது வடிகட்டப்பெற்ற பிறகு தெளிவான வடிகட்டின நீர்தான் நிலை வன்னீராகும். நீரில் மக்னீசியம் சல்ஃபேட்டினைக் கரைத்தும் நீங்கள் இந்த வகை வன்னீரினைத் தயாரிக்கலாம்.

3. கொதிக்கவைத்தலால் வன்னீரை மென்மையுடையதாக்குதல் :

கொதிக்க வைத்தலால் மாறு வன்மை நீரினின்றும் அகற்றப்பெறுதல் கூடும். சிறிதளவு மாறு வன்னீருடன் ஒருசில சோப்புக் கரைசலின் சொட்டுக்களைச் சேர்த்து நன்றாகக் குலுக்கி நுரை உண்டாக்க முடிகின்றதா என்று பார்க்க. அடுத்து, அதே அளவு மாறு வன்மை கொண்ட நீரினைக் கொதிக்கவைத்திடுக. அதே அளவு சோப்புக் கரைசலைச் சேர்த்த பிறகு இந்த மாதிரி நீரைக்கொண்டு நுரையை உண்டாக்க முயலுக.

4. வேதியியல் பொருள்களைக் (Chemicals) கொண்டு நீரை மென் தன்மை யுடையதாக்குதல் :

ஒரு பாதி சோதனைக் குழலளவு வன்னீரையும் ஒரு சில சொட்டுக்கள் சோப்புக் கரைசலையும் கொண்டு நுரையினை உண்டாக்க முயலுக. அடுத்து, இதே மாதிரி நீரினைக் கொதிக்க வைத்து மீண்டும் அதே அளவு சோப்புக் கரைசலைப் பயன்படுத்தி நுரையினை உண்டாக்க முயலுக.

ஓரளவு நிலை வன்னீரில் சிறிதளவு சலவைச் சோடாவினைச் (கால்சியம் கார்பனேட்டு) சேர்த்திடுக. சோப்புக் கரைசலைக்கொண்டு நுரையை உண்டாக்க முயலுக. நீர் மென் தன்மையை அடைந்து விட்டதா? இதே வன்னீரில் சிறிதளவு வெண்காரத்தை (Borax) அஃதாவது சோடியம் பைரோபோரேட்டினைச் சேர்த்து அது மென் தன்மையை அடைந்து விட்டதா என்பதைப் பார்க்கச் சோதனை செய்திடுக.

5. தூய்மையாக்குவதில் நீருக்கு சோப்பு எங்ஙனம் துணைபுரிகின்றது ? :

அடுப்படிக் கொழுப்பு அல்லது களிம்பு நெய்யைத் துணிகளில் தடவி இரண்டு எண்ணெய்ப் பசைத் துணிகளைத் தயார் செய்க. ஒரு துணியைச் சோப்பின்றி வெதுவெதுப்பான நீரில் துவைத்திடுக. மற்றொரு துணியை வெதுவெதுப்பான நீரில் அதிகமான சோப்பு நுரையைக்கொண்டு துவைத்திடுக. இரண்டு துணிகளையும் உலர்வதற்குத் தொங்கவிட்டு, துவைத்தவினால் எந்தத் துணி அதிகத் தூய்மையாக்கப்பெற்றது என்பதை உற்று நோக்குக.

6. கொழுப்புடன் நீர் எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது ? :

ஒரு நெட்டையான கண்ணாடிச் சாடியில் பாதியளவு வெதுவெதுப்பான நீரினை நிரப்புக. சிறிதளவு ஆலிவ் எண்ணெய் அல்லது வேறு எண்ணெயைச் சுமார் 1 செ.மீ. ஆழத்திற்கு அதில் சேர்த்திடுக. இக் கலவையைப் பலமாகக் குலுக்குக. இக்கொழுப்பு எங்ஙனம் நுண்ணிய துளிகளாகவும் சிறு கோளங்களாகவும் பிரிந்து விடுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. இதனை அப்படியே விட்டு வைத்து இந்தச் சிறு கோளங்கள் யாவும் இறுதியாக ஒன்றுசேர்ந்து மேற்பரப்பின்மீது திரளுவதை உற்றுநோக்குக. அடுத்துவரும் சோதனையுடன் ஒப்பிடுவதற்கு இதனை அப்படியே ஒரு புறமாக வைத்திடுக.

7. கொழுப்புடன் சோப்பு எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது ? :

மேற்குறிப்பிட்ட சோதனையில் செய்ததைப் போலவே வெதுவெதுப்பான நீரையும் எண்ணெயையும்கொண்டு மற்றொரு சாடியினைத் தயார் செய்திடுக. இத் தடவையில் சுமார் அரைக் கிண்ண அளவு திரவ நிலையிலுள்ள சோப்பு அல்லது சிறு சோப்புத் துண்டுகளை நீரில் கரைத்துச் செய்யப்பெற்ற சோப்புக் கரைசலை அத்துடன் சேர்த்திடுக. இக் கலவையை வேகமாகக் குலுக்குக; அதை அப்படியே சிறிது நேரம் விட்டுவைத்து அதனை மேற்கூறிய சோதனையிலுள்ள மாதிரிப் பொருளுடன் ஒப்பிடுக. சிறு கோளங்களின் நிலையிலுள்ள கொழுப்பினைச் சோப்பு உடைத்து அக் கலவை பால்போல் காணப்பெறுமளவிற்கு அவை யாவும் இப்போது பிரிக்கப்பெற்றிருப்பதை நீங்கள் உற்றுநோக்கி அறியலாம்.

8. தூய்மையாக்குவதில் வன்னீரும் மென்னீரும் :

இரண்டு மாதிரி அழுக்குத் துணிகளைத் தயார் செய்க. ஒன்றினைச் சோப்பினைக்கொண்டு அது தூய்மையாகும்வரையில் மென்னீரில் துவைத்திடுக. மற்றொன்றினை அதே அளவு சோப்பினைக்கொண்டு அதே கால அளவிற்கு வன்னீரில் துவைத்திடுக. இந்த இரண்டு மாதிரித் துணிகளை உலர்வதற்காகத் தொங்கவிட்டு அவற்றின் வேற்றுமையை உற்றுநோக்குக.

9. சோப்பினை எங்ஙனம் செய்வது ? :

வீணாகப்போன கொழுப்பினின்றும் சோப்பு செய்யப்பெறுதல் கூடும். சிறிதளவு வீண் போன கொழுப்புக்களைக் கைவசப்படுத்தி அவற்றை ஒரு தட்டில் வைத்து உருகச் செய்க. பல அடுக்குத் துணிகளின்மூலம் அக் கொழுப்பினை வடிகட்டுக. அக் கொழுப்பினை நிறுத்து அதன் பிறகு அதற்குச் சுமார் மூன்றில் ஒரு பங்கு எடை இருக்கும்படியாக வணிகக் காரக் கரைசல் வகையினையும் (Sodium hydroxide) நிறுத்துக் காண்க. இக் காரச் கரைசலை நீரில் கரைத்திடுக. இக் கொழுப்பினை ஓர் இரும்புக் கெண்டியில் (Kettle) அல்லது தட்டில் சூடாக்குக. அது நன்றாக உருகிய நிலையிலிருக்கும் பொழுது காரக் கரைசலை மெதுவாக ஊற்றி அதனைத் தொடர்ந்து கிளறுக. கொதித்து வழிதலைத் தடுப்பதற்குச் சுவாலையைத் தணித்து வைத்திடுக. கொழுப்பும் காரக் கரைசலும் கிளறப்பட்ட நிலையிலேயே 30 நிமிட நேரம் கொதித்துக்கொண்டிருக்கட்டும். கொதித்த பிறகு பயன்படுத்திய காரக்கரைசலின் எடையைப்போல் சுமார் இரண்டு மடங்கு எடையுள்ள சோற்றுப்பினை (Common salt) அதனுடன் சேர்த்திடுக. கலவையை நன்றாகக் கலக்குக. இக் கலவை குளிர்ந்ததும் உச்சியில் சோப்பு ஓர் அடுக்குபோல் காணப்பெறும். சோப்பை மட்டிலும் எடுத்து, உருகச் செய்து தீப்பெட்டிகளில் ஊற்றி சிறுசிறு சோப்புக் கட்டிகளாகச் செய்திடுக. இது நல்ல சோப்பா?

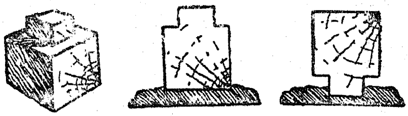
D. அமைதி நிலைமையிலும் இயக்க நிலையிலும் நீர்

1. அமுக்கம் என்பதன் பொருள் :

சேற்றுப் பாதங்களுடன் அல்லது கால்புதை யரணங்களுடன் (Boots) ஒரு தாளின்மீது நின்று பாதச்சுவடுகளின் எல்லைக் கோட்டினை வரைந்திடுக. ஒரு சதுரக் கட்டக் காகிதத்தைப் பயன்படுத்திப் பரப்பினை அளந்திடுக; ஒரு சதுர சென்டி மீட்டருக்கு எவ்வளவு விசை (Force) என்பதைக் கணக்கிடுக. ஒரு பாதத்தில் நிற்பதால் உங்களுடைய எடை முழுவதும் கிட்டத்தட்டப் பாதிப் பரப்பின்மீது விநியோகிக்கப்பெறும்; இங்ஙனம் அதிகரித்த அமுக்கத்தின் அளவும் கணக்கிடப்பெறுதல் கூடும்.

2. எடைக்கும் அமுக்கத்திற்குமுள்ள வேற்றுமை :

ஒன்று மற்றொன்றினைவிட அதிகச் சிறிதாக இருக்குமாறு இரண்டு சதுரத் துண்டு மரக்கட்

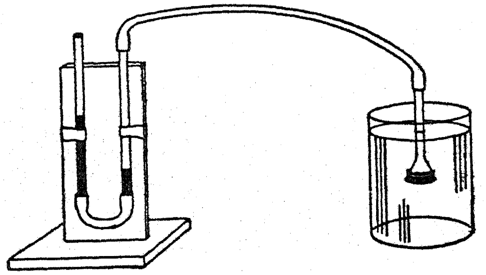


டைகளை ஆக்குக; விளக்கப்படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ளவாறு இரண்டினையும் சேர்த்திடுக. ஒவ்வொன்றின் முகங்களையும் அடுத்தடுத்து ஒரு களிமண் பலகை அல்லது பிளாஸ்டிக்

காரை (Plasticine)யின்மீது வைத்து ஒரே அளவு விசையினைக்கொண்டு (Force) ஒவ்வொன்றையும் அழுத்துக. இதனால் ஏற்பட்ட முத்திரைகளின் வேறுபட்ட ஆழங்களால் அழுக்க வேறுபாட்டினைக் காணலாம்.

3. திரவங்கள் அழுக்கத்தை உஞற்றுகின்றன (Exert) என்பதைக் காட்டுதல் :

15 செ.மீ. நீளமுள்ள இரண்டு கண்ணாடிக் குழல் அல்லது ஒளிபுகும் பிளாஸ்டிக் சோடா பருக உதவும் குழல்களை ஒரு சிறிய இரப்பர்க் குழலினால் இணைத்து அவற்றை விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு செங்குத்



தாகவுள்ள பலகையுடன் பொருத்துக. கிட்டத்தட்ட 5 அல்லது 6 செ.மீ. ஆழத்திற்கு அக்குழல்களில் சிறிது வண்ண நீரினை வைத்திடுக. இது தான் உங்கள் அழுத்தமானி (Manometer) அல்லது அழுக்கத்தை அளவிடும் கருவியாகும். ஒரு சிறு புனலை ஒரு மெல்லிய இழுக்கப் பெற்ற நிலையிலுள்ள இரப்பரால் இறுக்கமாக மூடி ஒரு கயிறு அல்லது நூலினைக் கொண்டு இறுகக் கட்டிவிடுக. இந்தப் புனலை 30 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரு இரப்பர்க் குழலால் அழுத்தமானியுடன் இணைத்திடுக. ஒரு தொட்டியிலுள்ள நீரில் புனலை அழுக்கி அழுத்தமானியைக் கவனித்திடுக.

4. ஆழத்திற்கேற்ப நீரின் அழுக்கம் மாற்றம் அடைகின்றது :

மேற்குறிப்பிட்ட சோதனையில் பயன்படுத்திய புனலையும் அழுத்தமானியையும் இங்குப் பயன்படுத்துக. ஒரு நெட்டையான கண்ணாடிச் சாடி அல்லது தொட்டியில் நீரை நிரப்புக. உங்களுடைய அழுத்தமானியைக்கொண்டு மேற்பரப்பிற்குச் சற்றுக் கீழ் அழுக்கத்தினை அளந்திடுக. அடிமட்டத்தில் அழுக்கத்தினை அளந்திடுக. ஆழத்திற்கேற்ப அழுக்கம் எங்ஙனம் மாறுபடுகின்றது ?

5. அழுக்கம் திரவத்தைப் பொறுத்துள்ளது :

புனல் பொருந்தக்கூடிய இரண்டு கண்ணாடிச் சாடிகளைக் கைவசப்படுத்துக. ஒரு சாடியை நீராலும், மற்றொரு சாடியை அதே ஆழத்திற்கு நீரைவிடத் திண்மை குறைவான சாராயம் போன்ற ஒரு திரவத்தாலும் நிரப்புக. நீருள்ள சாடியின் அடிமட்டத்தில் அழுக்கத்தை அளந்திடுக. அங்ஙனமே சாராயம் உள்ள சாடியின் அடிமட்டத்திலும் அழுக்கத்தை அளந்திடுக. இரண்டு அழுக்கங்களும் எங்ஙனம் ஒப்பீடாக உள்ளன ?

6. ஒரே ஆழத்தில் ஒரு பெரிய பாத்திரத்திலுள்ள நீரின் அழுக்கமும் ஒரு சிறிய பாத்திரத்திலுள்ள நீரின் அழுக்கமும் ஒரே அளவே :

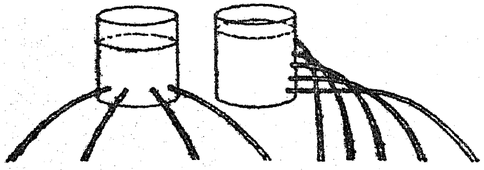
மேற்குறிப்பிட்ட சோதனைகளில் பயன்படுத்தப்பெற்ற புனலையும் அழுத்தமானியையும் இதிலும் பயன்படுத்துக. சிறு குறுக்கு விட்டத்தைக்கொண்ட ஒரு நெட்டையான கண்ணாடிச் சாடியினையும் பெரிய குறுக்கு விட்டத்தைக் கொண்ட ஒரு கண்ணாடிச் சாடியினையும் கைவசப்படுத்துக. இரண்டு சாடிகளிலும் ஒரே அளவுள்ள ஆழத்திற்கு நீரை நிரப்புக. ஒவ்வொரு சாடியின் அடிமட்டத்திலும் அழுக்கத்தை அளந்திடுக. அவை இரண்டும் எங்ஙனம் ஒப்பீடாக உள்ளன ?

7. ஆழத்திற்கேற்ப நீரின் அழுக்கமும் அதிகரிக்கின்றது என்பதைக் காட்டும் மற்றொரு வழி :

ஒரு நெட்டையான தகரக் குவளையைக் கண்டெடுத்திடுக. குவளையின் பக்கத்தில் சுமார் 3 செ.மீ. இடைவெளி விட்டு கீழிருந்து மேல் வரையில் துளைகளை இடுக. ஓர் ஒட்டு நாடா அல்லது பிளாஸ்டிக் நாடாவினைத் துளைகளின் வரிசையின்மீது வைத்து குவளையின் மேல் மட்டம் வரையிலும் நீரால் நிரப்புக. குவளையை ஒரு கழிநீர்த் தொட்டியின் அருகில் பிடித்துக் கொண்டு அடிமட்டத்தில் தொடங்கி துளைகளின்மீதுள்ள நாடாவினை அகற்றுக. நீர்த் தாரைகளை உற்றுநோக்குக; குவளையினின்றும் வெளிநோக்கிச் செல்லும் தூரங்களைக் கவனித்திடுக.

8. எல்லாத் திசைகளிலும் நீரின் அமுக்கம் ஒரே அளவுதான் :

ஓர் ஆணியைக்கொண்டு ஒரு நெட்டையான குவளையின் அடிப் பகுதியைச் சுற்றிலும் துளைகளை இடுக. மேலே குறிப்பிட்டதைப்போலவே துளைகளை நாடாவினால் மூடுக. குவளையை நீரினால் நிரப்பி அதை ஒரு கழிநீர்த் தொட்டியின் மீது பிடித்துக்கொண்டு துளைகளின்மீதுள்ள நாடாவினை நீக்குக. நிகழ்வதை உற்று நோக்கிக் குவளையைச் சுற்றிலுமுள்ள துளை

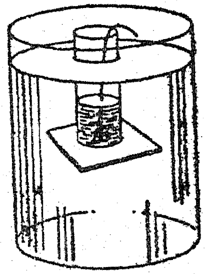


களினின்றும் நீர்த்தாரைகள் பாய்ந்து செல்லும் தூரங்களை ஒப்பிடுக.

9. குறிப்பிட்ட எந்த ஆழத்திலும் மேல்நோக்கு அமுக்கமும் கீழ்நோக்கு அமுக்கமும் ஒரே அளவுடையவை :

குறைந்தது 15 செ.மீ. நீளமும் 4 செ.மீ. குறுக்கு விட்டமும் உள்ள ஒரு கண்ணாடி நீள உருளையைக் கைவசப்படுத்துக. ஆலிவ் எண்ணெய்ப் புட்டி போன்ற ஒரு நேரான பக்கத்தைக்கொண்ட ஒரு புட்டியினின்றும் அதன் அடிமட்டத்தை நீக்குவதால் (இயல்-18, இனம்-27 (b) ஐக் காண்க.) அத்தகைய நீண்ட ஒரு குழலைச் சரிக்கட்டலாம். ஒரு தெளிவான பிளாஸ்டிக் குழல் இதற்குப் போதுமானது; அல்லது பாரஃபின் மெழுகு அல்லது அவல் அரக்கு (Shellac) பூசப்பெற்ற அட்டையாலான ஓர் அஞ்சல் குழலும் இதற்குப் பொருத்தமானது.

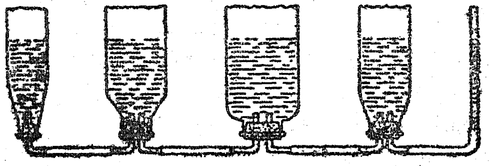
கிட்டத்தட்ட 5 செ.மீ. நீளத்தைப் பக்கமாகக் கொண்ட ஒரு சதுரமான அட்டையை வெட்டுக. அதன்மீது பாரஃபின் மெழுகு அல்லது அவல் அரக்கினைப் பூசுக. அதன் நடுவில் ஒரு கயிறு அல்லது நூலினை இணைத்து ஒரு நாடாத் துண்டினை ஒட்டிவிடுக. குழல்வழியாகக் கயிற்றைச் செலுத்திக் குழலின் அடிமட்டத்தில் அட்டை இருக்குமாறு கயிற்றினால் அதனைப் பிடித்துக்கொள்க. அட்டைப்பக்க முனை கீழ் நோக்கியிருக்குமாறு குழலை ஒரு நீருள்ள சாடியில் ஆழ்த்துக. கயிற்றினை இப்பொழுது விட்டுவிடுக. இப்பொழுது வண்ண நீரினைக்



குழலுக்குள் ஊற்றுக. அட்டை விழும்பொழுது குழலினுள் நீரின் ஆழத்தைக் குறித்துக் கொள்க.

10. சமநிலை நீர்ப் பிழம்புகள் :

பல்வேறு வடிவங்களையுடைய, ஆனால் கிட்டத்தட்ட ஒரே உயரத்தையுடைய, பல கண்ணாடிப் புட்டிகளினின்றும் அவற்றின் அடி மட்டங்களை நீக்குக (இயல்–18, இனம்–37 (b) ஐக் காண்க). விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு கண்ணாடிக் குழல்களைக்கொண்ட அடைப்பான்கள் அல்லது தக்கைகளை அவற்றில் பொருத்துக. எல்லாப் புட்டிகளையும் விளக்கப்

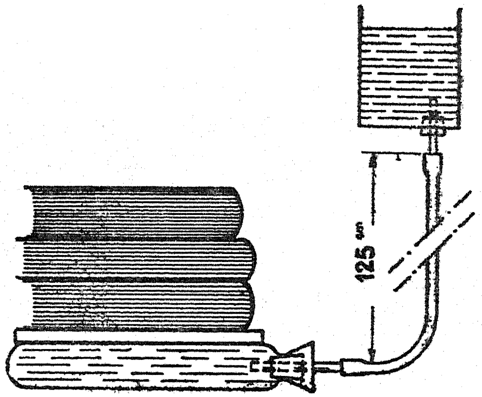


படத்திலுள்ளவாறு ஒன்றாக இணைத்திடுக. புட்டிகள் யாவும் கிட்டத்தட்ட நிரம்பும்வரையில் அவற்றில் வண்ண நீரினை ஊற்றுக. ஒரு குறிப்பிட்ட திரவத்தில் அமுக்கம் பாத்திரத்தின் பருமன் அல்லது வடிவத்தைச் சாராதுள்ளது என்பதை மீண்டும் இந்த அனுபவம் காட்டுகின்றது.

11. நீரின் அமுக்கத்தைக்கொண்டு பளுவான எடைகளை உயர்த்துதல் :

இரப்பராலான ஒரு வெந்நீர்ப் புட்டியை கைவசப்படுத்துக. அதன் கழுத்தில் சிறிய கண்ணாடிக் குழலைக்கொண்ட ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானை இறுக்கமாகப் பொருத்துக. ஒரு தகரக் குவளையின் அடிமட்டத்தில் ஒரு துளை

யினை இட்டு அஃது ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானை ஏற்கும் வரையில் அதனைப் பெரிதாக்குக. அடைப்பான்வழியாக ஒரு சிறிய நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலை வைத்திடுக. குறைந்தது 1·25 மீட்டர் நீளமுள்ள ஓர் இரப்பர்க் குழலைக் கொண்டு நீர்ப்புட்டியையும் குவளையையும் இணைத்திடுக. புட்டியிலுள்ள இணைப்பைச் சுற்றிலும் ஒரு கம்பியைச் சுற்றுவது அறிவுடைமையாகும். புட்டி, குழல், குவளை இவற்றை நீரினால் நிரப்புக. புட்டியைத்



தரையின்மீது வைத்து அதன்மீது ஒரு நீண்ட பலகையை வைத்திடுக. புத்தகங்கள் அல்லது ஏனைய பளுவான பொருள்களைப் பலகையின் மீது வைத்திடுக. இப்பொழுது குவளையைத் தரை மட்டத்திற்கு மேல் உயர்த்தி எடைகளை உற்றுநோக்குக. எவ்வளவுக்கு இயலுமோ அவ்வளவுக்குக் குவளையைத் தரைமட்டத்திற்கு மேல் உயர்த்தி எவ்வளவு பளுவான எடையை உயர்த்தமுடியும் என்பதைக் காண்க.

12. நீர் சுருங்காது :

ஒரு சோடா நீர்ப் புட்டியில் ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானைப் பொருத்துக. மருந்து சொட்டும் கருவியிலுள்ள கண்ணாடிக் குழலை எடுத்து அதன் கூர் நுனி மேல் நோக்கியிருக்குமாறு அடைப்பான்வழியாக அதனைப் பொருத்துக. புட்டியை உச்சிவரையிலும் நீரினால் நிரப்புக. மருந்துசொட்டும் குழலில் ஒரு சிறிது மேலே நீர் ஏறும் வரையில் அடைப்பானை இறுக்கமாகச் செருகுக. புட்டியை உங்கள் கையில் இறுகப் பிடித்துக்கொண்டு எவ்வளவு இயலுமோ அவ்வளவு கடினமாக அதனை நசுக்குக. நீங்கள் நீரைச் சுருக்கமுடியாதாதலின், நீர் குழலினுள் ஏறும். குழலின் உச்சிக்குமேலும் நீர் ஓடும்படி உங்களால் செய்ய முடியுமா ?

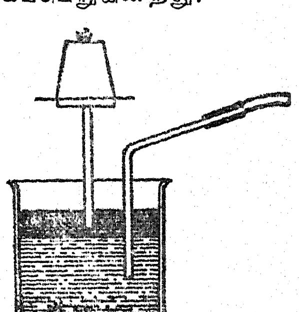
ஒரு மருந்துப் புட்டியை நீரினால் நிரப்புக. அதில் ஒரு தக்கையைப் பலமாக அழுத்துக. ஒரு சுத்தியைக்கொண்டு தக்கையைப் பலமாகத் தாக்குக; புட்டி உடைந்து சிதறும்.

13. ஒரு மாதிரி நீரியல் ஏற்றுபொறியை (Hydraulic elevator) அமைத்தல் :

சில மூட்டை, பிரயாணி ஏற்று பொறிகள் நீரின் அமுக்கத்தாலேயே உயர்த்தப்பெறுகின்றன. ஒரு தானியங்கியின் கைப் பம்பினைக் கொண்டு இத்தகைய பொறிகளின் ஒரு மாதிரி அமைப்பினை நீங்கள் இயற்றலாம். ஒரு நீண்ட இரப்பர்க் குழலுடன் பம்பிலுள்ள குழலை இணைத்திடுக. அவை பிடுங்கிக்கொண்டு ஓடாதிருக்கும் பொருட்டு இணைப்பினைக் கம்பியினைக் கொண்டு நன்கு சுற்றி இறுக்குக. இப்பொழுது ஓர் ஒரு-துளை இரப்பர் அடைப்பானைக்கொண்டு குழலை ஒரு நீர்க் குழலின் திருகுப் பிடியுடன் இணைத்திடுக. திரும்பவும் இரப்பர்க் குழல்-அடைப்பான் இணைப்பினை நன்கு இறுக்கமாகக் கட்டுக. கைப்பிடியின்மீது மாணாக்கர்களில் ஒருவனை அசையாமல் உட்காரும்படி செய்க. மெதுவாக நீர்க் குழலைத் திருப்பி விட்டு நீரின் அமுக்கம் அவனை உயர்த்துகின்றதா என்று பார்க்க. நீர்க்குழலிலுள்ள அடைப்பானை நீங்கள் பிடித்துக் கொள்ள வேண்டியிருக்கும்.

14. எளிய நீரியல் அழுத்தி :

நீரியல் அழுத்தியின் (Hydraulic press) தத்துவம் அடியிற்காணும் மாதிரி அமைப்பினால் தெளிவாக்கப்பெறுகின்றது.



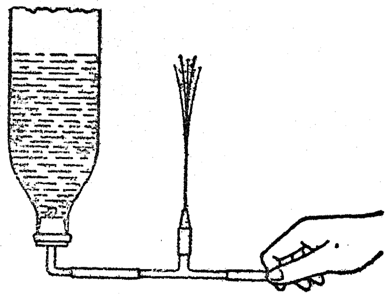
உருளை வடிவமான சாடியில் பாதியளவு நீரினால் நிரப்புக. அதன் மேற்பரப்பின்மீது உரு

கிய பாரஃபின் மெழுகினை ஊற்றி அதனை ஓர் உந்து தண்டாக அமையுமாறு செய்திடுக; மெழுகு குளிரும்பொழுது அதில் ஒரு கண்ணாடிக் குழலைப் பிடித்துக்கொள்க. மெழுகு திண்பொருளானதும் அஃது ஒரு நீர்கசியா உந்து தண்டாகின்றது. மெதுவாகக் குழலை ஊதுக; இப்பொழுது அடைப்பு மேலே உயர்த்தப் பெறும். உந்து தண்டின்மீது வைக்கப்பெறும் மிகுதியான எடைகள் இவ்வாறு உயர்த்தப் பெறுதல் கூடும்.

15. ஒரு மாதிரி நீரியல் அரண் தகர்ப்புப் பொறி:

நீரியல் அரண் தகர்ப்புப் பொறிகள் (Hydraulic rams) சில சமயங்களில் நீரைக் கீழ்மட்டத்திலிருந்து உயர் மட்டத்திற்கு ஏற்றுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன.

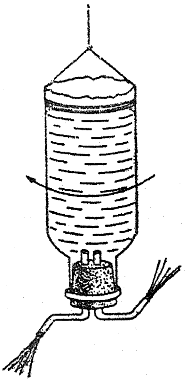
நீங்கள் ஒரு மாதிரி அரண் தகர்ப்புப் பொறியினை இயற்றுதல் கூடும். அடிமட்டம் நீக்கப் பெற்ற ஒரு சோடாப் புட்டியை (குறிப்புக்களுக்கு இயல்-18, இனம் 27 (b) ஐப் பார்க்க). ஒரு துண்டுக் கண்ணாடிக் குழலைத் தாங்கிக்கொண்டுள்ள ஓர் ஒரு-துளை அடைப்பானைப் புட்டியில் பொருத்துக. இதனை விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு



T-வடிவமுள்ள ஒரு கண்ணாடி அல்லது உலோகக் குழலுடன் இணைத்திடுக; இந்த T-வடிவக் குழலின் ஒரு முனையில் ஓர் இரப்பர்க் குழலுடன் பொருத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு கூர்நுனிக் குழல் அமைந்துள்ளது. புட்டியை நீரினால் நிரப்பிக் குழலின் முனையை நசுக்குக. குழலின் இறுதிப் பகுதியினின்றும் நீர் ஓடிக்கொண்டிருக்கட்டும். விரைவாகக் குழலை நசுக்குவதால் நீரோட்டத்தினை நிறுத்துக; கூர்நுனிக் குழலினின்றும் நீர் பீறிடும் உயரத்தினைக் கவனித்திடுக. நீர் ஓடியும் நின்றும் மாறிமாறி நிகழட்டும்; இப்பொழுது நீங்கள் செயற்படும் மாதிரி நீரியல் அரண்தகர்க்கும் கருவியினை அடைகின்றீர்கள்.

16. ஒரு மாதிரி எதிர்வினை நீர்சுழலி (Water turbine):

அடிமட்டம் நீக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு சோடா நீர்ப்புட்டியைப் பயன்படுத்துக. அடிமட்டத்தின் முனையருகில் கயிற்றினைச் சுற்றி அதனை விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு தொங்கவிடுக. ஓர் இரு-துளை அடைப்பானைப் புட்டியின் கழுத்துடன் பொருத்துக. படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள வளைக்கப்பெற்ற கண்ணா



டிக் குழல்களை அடைப்பானின் துளைகளின் வழியாகப் பொருத்துக; இக் கண்ணாடிக் குழல்களின் முனைகள் கூர்நுனிக் குழல்களாக இழுக்கப்பெற்றிருக்கட்டும். புட்டியை நீரினால் நிரப்பி நீர் கூர்நுனிக் குழல்களினின்றும் ஓடும் பொழுது சுழலி (Turbine) சுழலுவதைக் கவனித்திடுக.

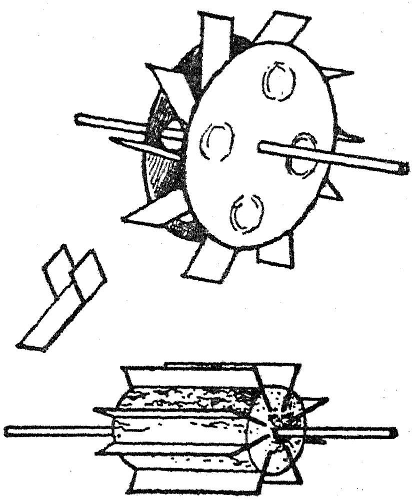
17. மாதிரி நீர் உருளைகள் (Water wheels):

ஓர் இறைச்சி அகப்பைக்கோல் (Skewer) அல்லது தையலூசி ஓர் அச்சாகப் பயன்படுத்தப் பெறுதல் கூடும்.

தட்டச்சுப்பொறியின் ஒரு பழைய நாடா உருளை (Ribbon spool) அல்லது ஒட்டு நாடா

உருளை (Sticking plaster reel) இந்த அப்போதைய ஏற்பாடுகளுக்குப் பயனுடையதாக உள்ளது. நீர்க் குழலினின்றும் வரும் நீர்த் தாரை அல்லது ஒரு தொட்டியினின்றும் ஒரு மழைநீர்க் குழாய் முனையால் வழிகாட்டப்பெறும் நீர்த்தாரை இதற்குப் பொருத்தமான நீர்ச் சக்தி மூலமாக (Source) அமையும்.

ஒரு பஞ்சு உருளை அல்லது தக்கை உருளையின் 'அச்சு பொருத்துமிடமாக' (nave) பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். முனைகளுக்குச் செங்கோணமாக இருக்குமாறு பக்கங்களின் கீழ் நீண்ட சிறு துளைகள் (slots) வெட்டுக. மரத் துண்டுகள் அல்லது தகரத் துண்டுகளை இத்துளைகளில் நழுவிச் செல்லுமாறு அமைத்து அவற்றைத் துடுப்புக்களாகச் செயற்படுமாறு செய்க.



E. ஆழ்தலும் மிதத்தலும்

1. ஆழ்தலையும் மிதத்தலையும் எஃது அறுதியிடுகின்றது ? :

காரீயம், வெள்ளீயம் அல்லது அலுமினியம் இவற்றின் ஒரு துண்டு மெல்லிய தகட்டினை ஒரு சிறிய படகு வடிவத்தில் உருவாக்கி அதனை ஒரு தட்டிலுள்ள நீரில் மிதக்க விடுக; இப்பொழுது படகாக உள்ள தகட்டினை ஒரு பந்து போல் உருட்டி நீரில் மிதக்க விடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? இதற்கு உங்களுடைய மிகச் சிறந்த விளக்கம் யாது ?

2. நீரின் மிதக்கும் தன்மை :

இறுகப் பொருந்தக்கூடிய மூடியைக் கொண்ட காஃபிக் குவளை அல்லது சிறு சுருட்டுத் தகரக் கலம் (Cigarette tin) போன்ற ஒரு உலோகக் குவளையைக் கண்டுபிடித்திடுக. மூடி தலைகீழாக இருக்குமாறு அதனை ஒரு தொட்டியிலுள்ள நீரில் அமுக்கி விரைவாக விட்டுவிடுக. குவளையைப் பல்வேறு நிலைகளில் வைத்துக்கொண்டு இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? தகரக் குவளையின்மீது மேல் நோக்கிய உந்துவிசையை (Upthrust) காண்கின்றீர்களா ? சிறிதளவு நீரினை அக்குவளையில் வைத்து இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. தடவைக்குச் சிறிதளவு நீரைச் சேர்த்துக்கொண்டும் சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்துகொண்டே செல்க; குவளை மிதக்காத நிலைவரையில் சோதனைகள் தொடர்ந்து நடைபெறட்டும்.

3. நீரின் மிதக்குந் தன்மையை நீங்கள் உற்றுநோக்குதல் கூடும் :

ஒரு சமபுயமுள்ள தராசு ஒன்றினை அமைத்திடுக (இயல்–2, இனம்–A 10ஐக் காண்க). இரண்டு சோடா நீர்ப்புட்டிகளைக் கைவசப் படுத்தி அவைகளை அவை சரியாகச் சமநிலையை அடையும்வரையில் தராசின் ஒவ்வொரு புயங்களினின்றும் கயிற்றின் கண்ணிகளைக் கொண்டு தொங்கவிடுக. புட்டிகளின் ஒன்றன் கீழ் ஒரு வாளி நீரினைக் கொணர்ந்து அதனை அஃது ஒரு சிறிது நீரில் ஆழும்வரையில் வாளியை உயர்த்துக. என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

4. நீரின் மிதக்குந் தன்மையை உற்றுநோக்கும் மற்றொரு வழி:

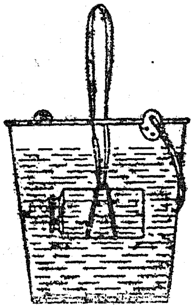
ஒரு பெரிய தக்கையினை ஒரு தொட்டியிலுள்ள நீரின் அடிமட்டத்திற்கு அமுக்குக. அடிமட்டத்தில் தக்கையினைப் பிடித்துக்கொள்வதற்கு நீங்கள் தரவேண்டிய விசையின் (Force) அளவைக் கவனித்திடுக. தக்கையால் மூடப்பெற்ற

ஒரு பெரிய புட்டியைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க. தேவையான விசையின் அளவில் ஏதாவது வேற்றுமை காணப்பெறுகின்றதா?

ஒரு விளையாட்டுப் பலூனைக் காற்றினால் உப்பச்செய்து அதனை ஒரு தொட்டி நீரின் அடிமட்டத்திற்கு அமிழ்த்துக. அதனைக் கீழே பிடித்துக் கொள்வதற்குத் தேவையான விசையின் அளவு, தக்கையையும் புட்டியினையும் பிடித்துக் கொள்வதற்குத் தேவையான விசையின் அளவுகளுடன் எங்ஙனம் ஒப்பீடாக உள்ளது?

5. நீரின் மிதக்குந் தன்மையை உற்றுநோக்கும் பிறிதொரு வழி:

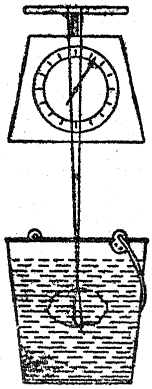
ஒரு சிறு சுருட்டுத் தகரக் கலம் அல்லது ஒரு காஃபிக் குவளை போன்ற இறுக்கமாகப் பொருந்தும் மூடியுடன் கூடிய ஒரு குவளையை அடைக. குவளையை நீரினால் நிரப்பி மூடியைப்



போடுக. குவளையின் பக்கத்தைச் சுற்றிலும் ஓர் இரட்டைக் கயிற்றுக் கண்ணியை அமைத்து அதன் பிறகு கயிற்றின் மற்றொரு முனையில் ஒரு பெரிய இரப்பர்ப் பட்டையினை இணைத்திடுக. இரப்பர்ப் பட்டையினைப் பிடித்துக் கொண்டு குவளையை உயர்த்தி இரப்பர்ப் பட்டை எவ்வளவு நீளுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. இப்பொழுது குவளையை ஒரு நீருள்ள தொட்டியில் இறக்கி இரப்பர்ப் பட்டையின் நீட்சியை உற்றுநோக்குக. இந்த வேற்றுமைக்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள்?

6. நீரில் ஒரு கல் எடையில் குறைவாக இருப்பதுபோல் காணப்படுகின்றது:

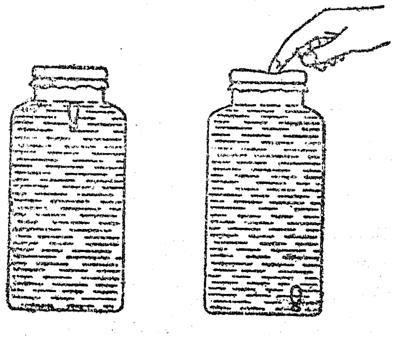
ஒரு பெரிய கல்லை ஒரு சமையலறைத் தராசில் வைத்து நிறுத்திடுக. கல்லைச் சுற்றிலும் ஒரு தடித்த கயிற்றுக் கண்ணியை அமைத்து அஃது ஒரு தொட்டி நீரில் அமிழ்ந்த நிலையில்



அதனைத் திரும்பவும் நிறுத்திடுக. வேற்றுமைக்கு நீங்கள் என்ன காரணங் கூறுவீர்கள்?

7. ஒரு சைத்தான் (Devil) மூழ்கு குண்டினை (கார்ட்டீஷியன் மூழ்கு குண்டு) எங்ஙனம் அமைப்பது?:

சற்று நன்கு அகன்ற வாயினையுடைய ஒரு நெட்டையான கண்ணாடிச் சாடியினைக் கண்டு பிடித்திடுக. மருந்து சொட்டும் கருவியின் இரப்பர்க் குமிழின் (Bulb) குறுகிய பகுதியினைச் சுற்றிலும் ஒரு தாமிரக் கம்பியினைக்கொண்டு சில சுற்றுக்களை அமைத்திடுக. சாடியினை விளிம்பு வரையிலும் நீரினால் நிரப்புக. குமிழில் ஒரு

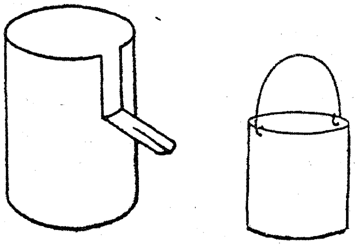


சிறிது நீரினை வைத்து அதனைச் சாடி நீரில் மிதக்க விடுக. கிட்டத்தட்ட அமிழ்த்தும் நிலைக்குக் கொண்டுவரும்வரையில் குமிழ் போதுமான நீரினைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். இந்த நிலையில் கிட்டத்தட்ட இரப்பர் முழுவதும் நீரின் அடியில் இருக்கும்.

அதிகமான அளவு சரிப்படுத்துதல் தேவைப் படக்கூடியதாக இருக்கும். குமிழை நசுக்கு வதன்மூலம் குமிழினின்றும் ஒவ்வொரு தடவையும் ஒவ்வொரு குமிழியாகக் காற்றினை அகற்றுக. நீங்கள் மூழ்கு குண்டினைச் சரிப் படுத்தியதும், புட்டியில் ஒரு திண்ணிய அடைப்பானைப் போடுக; அல்லது சக்க ரத்தின் ஒரு பழைய உட்குழலினின்றும் வெட்டியெடுத்த இரப்பர்த் துண்டினை அதன் மீது கட்டுக. அடைப்பானை அல்லது இரப் பரை அழுத்திய நிலையில் மூழ்கு குண்டு அமிழும். அமுக்கம் விடுவிக்கப்பெற்றதும் குண்டு மேற்பரப்பிற்கு எழும். ஒரு சிறிய சோதனைக் குழலினின்றோ அல்லது மருந்துப் புட்டியினின்றோ (Medicine vial) ஒரு மிதவையை அமைத்தால், மிதவை அமிழும் போது அதன் உட்புறத்திலுள்ள நீர் மட்டத் தையும் அது மிதக்கும்போது அந்நீர் மட்டத் தையும் உற்றுநோக்குவதால் நீங்கள் குண்டின் செயலை விளக்கலாம்.

8. வழிந்தோடும் குவளையையும் பிடி வாளியினை யும் எங்ஙனம் ஆக்குவது ? :

மிதத்தலையும் ஆழ்தலையும் கட்டுப்படுத்தும் ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தை ஆய்வதற்கு இவை பயன்படக்கூடியவை. ஒரு வழிந்தோடும் குவளையை (Overflow can) ஆக்குவதற்கு 10 அல்லது 12 செ. மீ. உயரமும், 7 அல்லது 8 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுமுள்ள ஒரு தகரக்

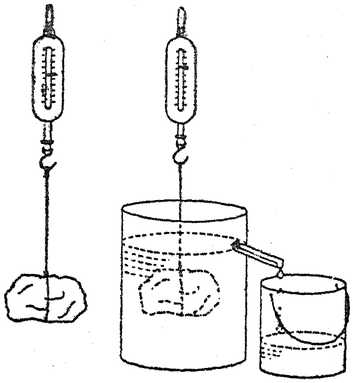


குவளையைக் கைவசப்படுத்துக. 2 செ. மீ. விலகிய நிலையிலும் மேல் விளிம்பினின்றும் 4 செ. மீ. கீழ் வரையிலுமாக இரண்டு செங் கோண வெட்டுக்களைச் செய்திடுக. இவ்வாறு உண்டான நாக்கினை ஒரு V-வடிவமுள்ள மூக்காக வளைத்திடுக.

ஒரு சிறிய தகரக் குவளையினின்றும் பிடிவாளி (Catch bucket) ஆக்கப்பெறுதல் கூடும். குவளையின் உச்சியருகில் எதிர்ப்பக்கங்களில் இரண்டு துளைகளை இடுக. இந்தப் பிடி வாளிக்கு ஒரு கம்பிக்கட்டினை அமைத்திடுக.

9. ஆழும் பொருள்கள் :

ஒரு வழிந்தோடும் குவளையில் அதன் மூக்கு மட்டம் வரையிலும் நீரினால் நிரப்புக. குவளை யின் உட்புறம் செல்லக்கூடிய ஒரு கல்லைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. கல்லுடன் ஒரு கயிற்றினை



இணைத்து அதனை ஒரு வில் தராசினைக் கொண்டு நிறுத்து எடை காண்க. பிடிவாளி யின் எடையையும் நிறுத்துக் காண்க. மூக்கின் கீழ் பிடிவாளியினை வைத்திடுக. நீரில் கல்லை ஆழும்படிச் செய்து அதனுடைய எடையைப் பதிவு செய்க. அதன் எடை காற்றிலுள்ளதைப் போல் நீரிலும் உள்ளதா ? இடம் பெயர்ந் திட்ட (வழிந்தோடின) நீரினைச் சேகரஞ்செய்து அதன் எடையைக் காண்க; வாளியும் நீரும் சேர்ந்த எடையினின்றும் வாளியின் எடை யைக் கழித்து நீரின் எடையைமட்டிலும் கண் டறியலாம். காற்றில் நிறுத்தபோது இருந்த கல்லின் எடையிலிருந்து அதனை நீரில் நிறுத்தபோது குறைவதாகக் காணப்பட்ட எடையின் அளவு வழிந்தோடின நீரின் எடை யளவுடன் எங்ஙனம் ஒப்பாக உள்ளது? வேறு ஆழும் பொருள்களைக்கொண்டு இந்தச் சோத னையைச் செய்ய முயலுக.

10. மிதக்கும் பொருள்கள் :

வழிந்தோடும் குவளையை நீரினால் நிரப்புக; நீரின் மேற்பரப்பு குவளையின் மூக்கு மட்டம் வரையில் இருக்கும்வரையிலும் நீர் வழிந் தோடட்டும். வழிந்தோடும் குவளையில் பாதி

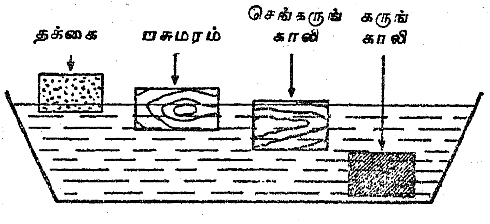
அல்லது பாதிக்குமேல் ஆழ்ந்து மிதக்கக் கூடிய ஒரு மரக்கட்டைத் துண்டினைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. ஒரு வில் தராசில் அந்த மரக்கட்டைத் துண்டினை நிறுத்து எடை காண்க. பிடிவாளியினையும் நிறுத்திடுக. பிடிவாளியைக் குவளை மூக்கின்கீழ் வைத்திடுக. மரத்துண்டினை வழிந்தோடும் குவளையில் வைத்து அதன் எடையைக் குறித்துக் கொள்க. வழிந்தோடின நீரின் எடையைக் காண்க; நீரும் வாளியும் சேர்ந்த எடையினின்றும் வாளியின் எடையைக் கழித்தால் நீரின் எடை கிடைக்கும். மிதக்கும் மரக்கட்டைத் துண்டின் எடை அது வழிந்தோடச் செய்த நீரின் எடையுடன் எங்ஙனம் ஒப்பாக உள்ளது? வேறு மிதக்கும் பொருள்களைக்கொண்டு இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க.

11. மிதக்கும் மெழுகுவத்தியினைக்கொண்டு ஒரு சோதனை:

ஒரு மெழுகுவத்தியின் கீழ்முனையில் ஓர் ஆணியை அமைத்திடுக. மெழுகுவத்தியின் உச்சி ஒரு சிறிது நீரின் மேற்பரப்பிற்குமேல் இருக்குமாறு மிதக்கச்செய்வதற்கேற்றவாறு ஆணியின் எடை கிட்டத்தட்டச் சரியானதாக இருத்தல் வேண்டும். வத்தியையும் ஆணியையும் ஒரு நெட்டையான சாடி நீரில் மிதக்க விடுக. மெழுகுவத்தியினைக் கொளுத்தி அது கிட்டத்தட்ட எரிந்து முடியும்வரையிலும் அதனைக் கவனமாகப் பார்த்துக்கொள்க. மெழுகுவத்தி எரியும்பொழுது அஃது இடைவிடாமல் எடையினை இழந்து வருகின்றது. அது தொடர்ந்து ஏன் மிதக்கின்றது?

12. வெவ்வேறுவகை மரக்கட்டைகளைக்கொண்ட ஒரு மிதக்கும் சோதனை:

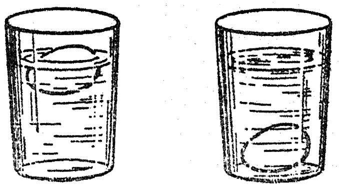
ஒரு தக்கை, பசுமரம் (Maple), செங்கருங்காலி (Mahogany), கருங்காலி (Ebony) போன்ற மரக்கட்டைத் துண்டுகளைக் கைவசப்படுத்துக.



அவற்றை ஒரு தட்டு நீரில் வைத்து அவை ஒவ்வொன்றும் எங்ஙனம் நடந்துகொள்கின்றது என்பதைக் கவனித்திடுக. இதை நீங்கள் விளக்கக் கூடுமா?

13. மிதக்கும் முட்டையைக்கொண்டு ஒரு சோதனை:

புதிய நீரைக்கொண்ட ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் ஒரு முட்டையை வைத்து அதனை

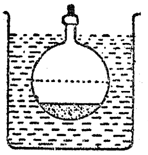


உப்பு நீரில் முட்டை   புதிய நீரில் முட்டை

உற்றுநோக்குக. அடுத்தாற்போல் நீரில் சோற்றுப்பினை சேர்த்து முட்டையை மிதக்கச் செய்யமுடிகின்றதா என்று பார்க்க. இதனை நீங்கள் விளக்கக் கூடுமா? கப்பல்கள் சுத்தமான நீரில் மிதப்பதைவிட கடல் நீரில் சற்று உயர்ந்து மிதக்கின்றது என்ற மெய்ம்மையுடன் இஃது எங்ஙனம் தொடர்புகொள்ளுகின்றது?

14. ஆர்க்கிமிடீஸ் தத்துவத்தின்மீது சோதனை:

ஒரு மிதிவண்டி வால்வினை ஒரு பாதி தாமிரப் பந்துக் குழல் மிதவையுடன் பற்றுசு வைத்துச் சேர்த்திடுக. அதன் மறு பாதியின் உட்புறம் காரீயக் குண்டுகளைப் (Lead Shot) பந்து முழுவதும் நீரில் மிதக்கும் வரையில் எடையாக ஏற்றுக. ஒரு சிறிய அளவு பிளாஸ்டிக் காரை (Plasticine) தற்காலிக இணைப்பிற்காகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம்.



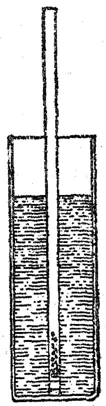
இந்த ஒழுங்கு முறைகள் நிறைவேறிய பிறகு பந்தின் இரு பாதிகளையும் பற்றுசு வைத்துச் சேர்த்து வால்வுப் பிடியின் கழுத்தைச் சுற்றிலும் தாமிரக் கம்பியினைச் சுற்றுவதால் இறுதி மாற்றங்களைச் செய்திடுக.

'பொருள்கள் ஏன் மிதக்கின்றன' என்பதைப்பற்றி மேற்கொள்ளப்பெறும் கலந்தாய்தலில் (Discussion) மாணாக்கர்களால் அளிக்கப்பெறும் தவிர்க்கமுடியாத மறுமொழி, 'அவை தம்மிடம் காற்றினைக் கொண்டிருப்பதால்' என்பது. இந்த வாதத்தைத் தற்காலிகமாக ஏற்றுக்கொண்டால், பொருள்கள் தம்மிடம் அதிகக் காற்றினைக் கொண்டிருந்தால் அவை 'மிக நன்றாக' மிதக்க வேண்டும். இந்த ஆய்கருவியினுள் இருபது தடவை பம்பினால் காற்று செலுத்தப்பெற்றால் அஃது ஆய் கருவியினை அமிழ்த்துவதற்குக் காரணமாகின்றது.

ஒரு கால்பந்து அல்லது உலோக நீர்ப் புட்டியினைக்கொண்டு இதே சோதனையைச் செய்ய முயலுக.

15. பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழலான திரவமானி :

சுமார் 20 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரு பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழல் அல்லது ஒரு தடித்த இயற்கையான வைக்கோல் குழலைக் கைவசப்படுத்துக. அது நீர் கசியா நிலையில் இல்லாதிருப்பின், அதனை உருகிய மெழுகுவத்தி மெழுகில் தோய்த்து உலருமாறு விட்டுவைத்திடுக. ஒரு முனையை மெழுகினால் அடைத்து அது செங்குத்தான நிலையில் மிதக்கும்வரையில் காரீயக் குண்டுகள் அல்லது நுண் மணலை நுழைத்திடுக. அதன் பிறகு குண்டுகள் அல்லது மணல் அசையாதிருக்கும்பொருட்டு உருகிய மெழுகினைக் குழலினுள் சொட்டவிடுக. ஓர் இரப்பர்ப் பட்டை அல்லது கறுப்பு நூலினைக் குழலின் தண்டினைச்சுற்றிக் கட்டி விடுக; இது குழலின் மேலுங் கீழுமாகக் குறிமுள்போல் நழுவச் செய்யப்பெறுதல் கூடும்.

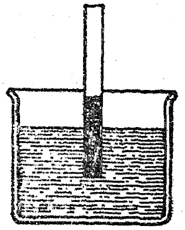


குழலின்மீது நீர் மட்டத்தில் ஓர் அடையாளம் இடுக. அதன்பிறகு குழலினை நீரினின்றும் அகற்றிக் குழலின் அடி மட்டத்திலிருந்து நீர் மட்ட அடையாளம் வரையில் குழலின் நீளத்தை அளந்திடுக அது x செ.மீ. ஆக இருக்கட்டும். இப்பொழுது நாம் நீரின் அடர்த்தி எண் (Specific gravity) 1 என்றும், புற்குழல் ஒரே மாதிரியான பரப்புடைய குறுக்கு வெட்டினைக் கொண்டிருப்பதாகவும் பாவனை செய்துகொள்வோம். எனவே, நாம் குழலின்மீது பல்வேறு திரவங்களின் அடர்த்தி எண்களை 0·6 எல்லையிலிருந்து. 1·2 எல்லைவரையிலும் அளப்பதற்கேற்றவாறு ஒரு தொகுதி அடையாளங்களைச் செய்திடலாம். இதற்கு அடியிற்கண்ட வாய்பாடு பயன்படுகின்றது :

$$\left.\begin{array}{l}\text{அடிமட்டத்திலிருந்து}\\ \text{அடையாளம் வரையில்}\\ \text{குழலின் நீளம்}\end{array}\right\} = \frac{x}{\text{திரவத்தின் அடர்த்தி எண்}}$$

16. நீருடன் கலவாத ஒரு திரவத்தின் அடர்த்தி எண் :

நீரில் அரைகுறையாக அமிழ்த்தப்பெற்ற ஒரு திறந்த கண்ணாடிக் குழலினுள் எண்ணெயை ஊற்றுக; குழலினுள் இருக்கும் நீர் அக்குழலின் அடி மட்டம் வரையில் வல்லந்தமாகத் தள்ளப்பெறும்வரையில் எண்ணெய் ஊற்றப்பெறுதல் வேண்டும். மொத்த எண்ணெய்ப் பிழம்பு, ஆழ்ந்து இருக்கும் குழல் இவற்றின் ஒப்புமை சார்ந்த நீளங்கள் (Relative lengths) எண்ணெயின் அடர்த்தி எண்ணைக் காட்டும் அளவாகும்.

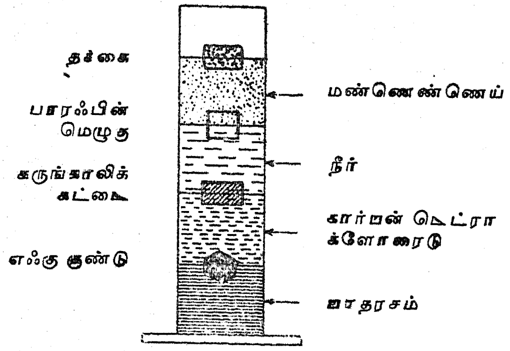


நீரைவிட கனமாகவுள்ள திரவத்திற்குச் செயல் முறையை எதிரிடையாக மாற்றி அமைத்திடுக; அஃதாவது, குழலினுள் நீரை ஊற்றுக.

17. வெவ்வேறு திரவங்களை மிதக்கவைத்தல் :

நெட்டையான மெல்லிய ஒரு கண்ணாடிச் சாடி, சோதனைக் குழல் அல்லது புட்டியையும், பாதரசம், கார்பன் டெட்ராக்ளோரைடு, நீர்,

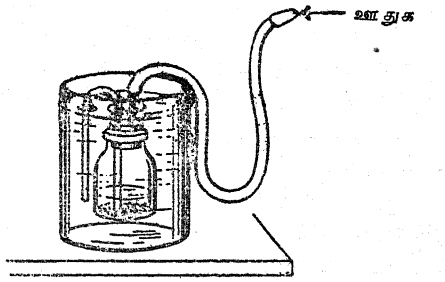
மண்ணெண்ணெய் ஆகிய திரவங்களையும் பெறுக. கோளத் திரளமைப்பு, அல்லது இரும்புச் சுரை, போல்ட்டு ஆணி போன்ற ஒரு சிறு இரும்பு அல்லது எஃகு குண்டு, நீரில் அமிழக்கூடிய ஒரு சிறிய கருங்காலிக் கட்டை அல்லது வேறு வகை மரக்கட்டை, பாரஃபின் மெழுகுக் கட்டி, ஒரு தக்கைத் துண்டு ஆகியவையும் உங்கட்குத் தேவைப்படும். முதலில்



சிறிதளவு பாதரசத்தையும், அதன்பிறகு சிறிது கார்பன் டெட்ராக்ளோரைடையும், அதனையடுத்து சிறிது நீரினையும், அதற்குப் பிறகு சிறிது மண்ணெண்ணெயையும் ஊற்றுக. மேற்குறிப்பிட்ட நான்கு திண்ணிய பொருள்களையும் உள்ளே வீழ்த்துக; உச்சியிலுள்ள மூன்று திரவங்களிலும் இரும்பு மூழ்குவதையும், ஆனால் பாதரசத்தில் அது மிதப்பதையும் நீங்கள் காண்பீர்கள். கருங்காலிக் கட்டை உச்சியிலுள்ள இரண்டு திரவங்களில் ஆழ்கின்றது; ஆனால் கார்பன் டெட்ராக்ளோரைடில் அது மிதக்கின்றது. பாரஃபின் மெழுகு மண்ணெண்ணெயில் மூழ்குகின்றது; ஆனால் நீரில் அது மிதக்கின்றது; தக்கை மண்ணெண்ணெயில் மிதக்கின்றது.

18. எங்ஙனம் ஒரு நீர் மூழ்கிக் கப்பல் மேல் உயர்த்தப்படுகின்றது? கீழிறக்கப்படுகின்றது? :

ஓர் அகன்ற வாயுள்ள புட்டியின் அடிமட்டத்தில் இரும்புத் துண்டுகள் அல்லது பாறைத் துண்டுகளை வைத்து அவற்றின்மீது சிறிதளவு உருகிய பாரஃபின் மெழுகினை ஊற்றி அவை ஒன்றாகச் சேர்க்கப்பெறுகின்றன; இந்த ஏற்பாட்டினால் புட்டி செங்குத்தான நிலையில் மிதக்கின்றது. புட்டியில் ஓர் இரு-துளை அடைப்பானை நுழைததிடுக. ஒரு துளையில் புட்டியின் அடிமட்டம்வரையில் நீளக் கூடிய ஒரு U-வடிவமுள்ள குழலை வைத்திடுக. மற்றொரு துளையில் ஒரு சிறிய நீளமுள்ள கண்ணாடிக் குழலையும் ஓர் இரப்பர்க் குழலையும் வைத்திடுக. புட்டியை ஒரு பெரிய நீருள்ள தொட்டியில் அமைத்திடுக. இரப்பர்க்



குழலை வாயில் வைத்து உறிஞ்சி சிறிதளவு காற்றினைப் பின்னிழுத்திடுக; புட்டி மூழ்கும் வரையிலும் நீர் வடிகுழல் (Siphon) முறையில் புட்டியினுள் செல்லட்டும். நீரில் ஒரு பகுதியை ஊதி வெளியேற்றிப் புட்டியினை மேலெழச் செய்யலாம்.

நடைமுறையில், நீர்மூழ்கிக் கப்பல் பொறிஞர்கள் நீர்மூழ்கிக் கப்பலின் மிதக்கும் தன்மையை நீரின் மிதக்குந் தன்மைக்குச் சரிப்படுத்தி, அதன் பிறகு ஆழ்வதற்கு அல்லது மேலெழுவதற்கு உயர்த்தும் பொறிகளைப் (Elevators) பயன்படுத்துகின்றனர். மேற்பரப்பிலிருப்பதற்கு மேலெழும்பிய பிறகு அவர்கள் மேற்பரப்பிலுள்ள காற்றினைக்கொண்டு தொட்டிகளை 'ஊதுவர்'. நீர்மூழ்கிக் கப்பல் நீரில் மூழ்கிய பிறகு தொட்டிகளை வெறுமையாக்குவதற்குச் சுருக்கப்பெற்ற காற்றினைப் பயன்படுத்துதல் செயல்முறைக்கு உகந்ததன்று.

நீரில் ஆழ்ந்துபோன கப்பல்களை உயர்த்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறும் உந்து கோட்டைகள் (Tanks) அல்லது படகுப் பாலங்களின் (Pontoons) தத்துவத்தை இந்தப் பொறியமைப்புகூட தெளிவாக மேற்கோளுடன் விளங்கச் செய்கின்றது. எடையைப் புட்டியுடன் பிணைத்து, இரண்டையும் நீரில் அமிழச் செய்துப் புட்டியினுள் காற்றினை ஊதி எடையினை மேலே உயர்த்துக.

F. திரவ மேற்பரப்புக்கள்

நீரும் ஏனைய திரவங்களும் ஒரு மெல்லிய ஏட்டினைப் (Thin film) பெற்றுள்ளன; இந்த ஏடு அவற்றின் மேற்பரப்புக்களை மூடிக்கொண்டுள்ளது. மேற்பரப்பு ஒரு திரவத்தின்மீது இறுக்கமாக இழுக்கப்பெறுகின்றது; இது மேற்பரப்பு இழுவிசை (Surface tension) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. திரவ மேற்பரப்புக்களைக்கொண்டு பல கவர்ச்சிகரமான சோதனைகள் செய்யப்பெறுதல் கூடும்.

1. நீரின்மீது ஓர் ஊசியை மிதக்கவைத்தல் :

ஓர் ஊசியை முற்றிலும் நன்ருக உலர வைத்திடுக. அதனை ஒரு தலையூண் கவர்முள்ளின் (Dinner fork) பற்களின்மீது வைத்து ஒரு தட்டிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பினைக் கவர்முள்ளினுல் மெதுவாக உடைத்திடுக. நீங்கள்

இதனைக் கவனமாகச் செய்யின் கவர்முள்ளினை அகற்றியபின்னரும் ஊசி மிதக்கும். நீரின் மேற்பரப்பினை ஆழ்ந்து கவனித்திடுக. ஊசியின் எடையின்கீழ் மேற்பரப்பின் மெல்லிய ஏடு வளைவதுபோல் காணப்படுவதை நீங்கள் பார்க்கமுடிகின்றதா?

2. சவரவாள் அலகினை மிதக்கச்செய்தல் :

இரண்டு பக்கங்களிலும் கூர் நுனியைக் கொண்ட பயன்படுத்தப்பெற்ற ஒரு சவரவாள் அலகினைக் கைவசப்படுத்துக. அதனை நீரின் மேற்பரப்பின்மீது மிதக்கச் செய்வதற்கு முயலுக. மீண்டும் மேற்பரப்பினை உற்று நோக்கி மேற்பரப்பின் மெல்லிய ஏடு சவரவாள் அலகின்கீழ் தோய்ந்துள்ளதா என்று காண்க.

3. நீர்ப் பரப்பினை உயர்த்துதல்:

ஒரு குண்டுசியின் கூரிய முனையை வளைத்தோ அல்லது ஒரு மெல்லிய கம்பியினைப் பயன்படுத்தியோ ஒரு கொக்கியினை அமைத்திடுக. கொக்கியின் முனையினை ஓர் அரத்தால் அராவி மிகக் கூரியதாக்குக. பருகும் கண்ணுடிப் பாத்திரத்திலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பு மட்டத்துடன் உங்கள் கண்ணை ஒரே மட்டமாக இருக்குமாறு வைத்திடுக. நீரின் மேற்பரப்பு மட்டத்தின்கீழ் கொக்கியை வைத்து மெதுவாக முனையை மேற்பரப்பிற்கு உயர்த்துக. நீங்கள் இதைக் கவனமாகச் செய்தால் கூரிய முனை மேற்பரப்பு ஏட்டினைத் துளைத்துச் செல்லாது; ஆனுல் அதனைச் சிறிதளவு மேல் நோக்கி உயர்த்தும்.

4. ஒரு சல்லடையில் நீரினைப் பிடித்தல் :

ஒரு சமையலறைச் சல்லடையின் வலைக் கண்ணின்மீது சிறிதளவு எண்ணெயை ஊற்றி, துளைகள் திறந்த நிலையிலிருப்பதற்கேற்றவாறு அதிகப்படியான எண்ணெயை உதறுக. ஒரு குடத்தினின்றும் சல்லடையின் ஓரத்தில் நீர் வழிந்து ஓடுமாறு கவனமாக நீரினை அதில் ஊற்றுக. சல்லடை கிட்டத்தட்டப் பாதியளவு நிரம்பியதும், அதனை ஒரு கழி நீர்த்தொட்டியின்மீதோ அல்லது வாளியின்மீதோ பிடித்துக்கொண்டு அடிமட்டத்தை உற்றுநோக்குக. நிறப்புக்களின் வழியாக நீர் தள்ளிக்கொண்டிருப்பதையும் ஆனுல் புறப்பரப்பு இழுவிசை அதனை ஓடவிடாது பிடித்துக் கொண்டிருப்பதையும் நீங்கள் காண்பீர்கள். சல்லடையின் அடிமட்டத்தை உங்கள் விரலால் தொடுக; நீர் இப்பொழுது வலைக்கண் வழியாக ஓடுவதைக் காண்பீர்கள்.

5. குவளை மூடியைக் கொண்டு ஒரு சோதனை:

ஒரு சுத்தியினையும் மிக மெல்லிய ஓர் ஆணியினையும்கொண்டு ஒரு தகரக்குவளை மூடியில் பல துளைகளை இடுக. ஒரு தட்டிலுள்ள நீரில் மூடியை மிதக்கவிடுக. துளைகளின் வழியாக நீர் வருகின்றதா? ஒரு குடத்தினின்றும் நீரால் மூடியை நிரப்புக. நீர் அதனின்றும் வெளியே ஓடுகின்றதா?

6. ஒரு கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் நீரினைக் குவித்தல் :

பருக உதவும் கண்ணுடிப் பாத்திரம் ஒன்றை ஓர் ஆழங்குறைந்த தட்டில் அல்லது சாறுணும்

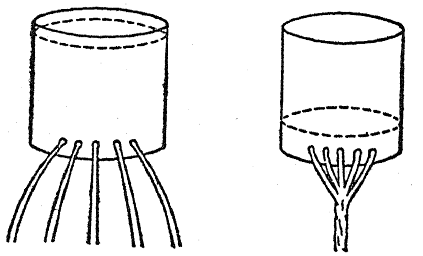
தட்டில் வைத்திடுக. கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் உச்சி விளிம்பினை ஓர் உலர்ந்த துணியினால் தேய்த்திடுக. விளிம்புவரை நிரம்பும் வரையில் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் நீரினை ஊற்றுக. உச்சிக்குமேல் பல மில்லிமீட்டர்கள் உயரத்தில் கண்ணாடிப் பாத்திரத்தை நீங்கள் நிரப்புதல் கூடும் என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். இப்பொழுது நாணயங்கள் அல்லது திருகாணியை உறுதியாகப் பொருத்தும் உலோக வளையங்களை நீருக்குள் விளிம்பின் வழியாகப் போடுக. நீர் வழிவதற்கு முன்னர் இவற்றைப் போட்டு நீங்கள் எவ்வளவு உயரம் வரையில் நீரைக் குவிக்க முடியும் என்பதைப் பாருங்கள்.

7. ஒரு தூரிகையின் முள் மயிர்களைக் கூரிய தாக்குதல் :

வண்ணந்தீட்டும் ஏதாவது ஒரு தூரிகை (Brush) வகையைக் கைவசப்படுத்தி அதன் முள் மயிர்களை உற்றுநோக்குக. இப்பொழுது நீரில் அத் தூரிகையைத் தோய்த்திடுக; மேற்பரப்பு இழுவிசை முள் மயிர்களை ஒன்றாகச் சேர்த்திருப்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். இச் சோதனையில் ஓர் ஓவியரின் வண்ண ஓவியத் தூரிகை அல்லது சவரத்தின்போது பயன்படுத்தப் பெறும் தூரிகை மிக நன்றாகச் செயற்படும்.

8. மேற்பரப்பு விசையுடன் ஒரு தந்திரச் செயல் :

பயன்படுத்தப்பெற்ற ஒரு தகரக் குவளையைக் கைவசப்படுத்தி, ஓர் ஆணியைக்கொண்டு அதில் ஐந்து துளைகளை இடுக. அத் துளைகள் கிட்டத்தட்ட அக் குவளையின் அடி மட்டத்தின் அருகில் ஐந்து மில்லிமீட்டர்கள் இடைவெளிகளுடன் அமைதல் வேண்டும். இப்பொழுது



குவளையை நீரினால் நிரப்பி, அந்நீர் ஐந்து தாரைகளாகக் குவளையினின்றும் வெளிவருவதை உற்றுநோக்குக. இந்த நீர்த்தாரைகளை உங்கள் பெருவிரலாலும் சுட்டு விரலாலும் ஒன்றாக இணைத்திடுக; ஐந்து தாரைகளையும் இப்பொழுது ஒன்றாகுமாறு செய்திடலாம். குவளையின் துளைகளின் குறுக்கே உங்கள் உள்ளங்கையினால் துடைத்தால் நீர் மீண்டும் ஐந்து தனித்தனி தாரைகளாகப் பாயும்.

9. துணியின் வழியாக நீர் ஓடாது :

ஒரு கண்ணாடிச் சாடியினையும் ஒரு பழைய துணி அல்லது கைக்குட்டையினின்றும் ஒரு துண்டுத் துணியையும் தேர்ந்தெடுத்திடுக. சாடியை நீரினால் நிரப்புக. துணியை நன்றாக நனைத்து, சாடி வாயின்மீது நன்கு விரித்து, அதனை ஒரு கயிறு அல்லது நூலினைக் கொண்டு இறுகப் பிணைத்திடுக. சாடியை ஒரு வாளி நீரின்மீது கவிழ்த்து, மேற்பரப்பு இழுவிசை துணியின் வழியாக நீர் வருவதைத் தடுத்து நிறுத்துவதை உற்றுநோக்குக.

10. மேற்பரப்பு இழுவிசையின்மீது சோப்பின் விளைவு :

ஒரு பெரிய தட்டினைத் தேர்ந்தெடுத்து அது மிகத் தூய்மையாக உள்ளது என நீங்கள் உறுதி செய்யும்வரை அதனை நன்கு நீரால் கழுவுக. தட்டினைத் தண்ணீரால் (Cold water) நிரப்புக; நீர் அமைதியாகும்வரை மேசையின்மீது சிறிது நேரம் அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. நீரின் மேற்பரப்பின்மீது முகத்தில் பூசும் மணப் பொடியைத் (Talcum powder) தூவுக. ஒரு சோப்புத் துண்டை நீரில் நனைத்து அதனைக்கொண்டு தட்டிலுள்ள நீரைத் தட்டின் விளிம்பருகில் தொடுக. மணப் பொடி உடனே எதிர்ப்புறத்தை நோக்கி இழுக்கப்பெறும். ஓரிடத்தில் சோப்பு மேற்பரப்பு இழுவிசையைக் குறைத்துவிட்டது. மறுபுறத்தில் அதிகமாகவுள்ள மேற்பரப்பு இழுவிசை மேற்பரப்பைச் சுருங்கச் செய்து, தன்னுடன் மணப்பொடியையும் இழுக்கின்றது.

11. மேற்பரப்பு இழுவிசையின்மீது பெட்ரோலின் விளைவு :

தட்டு மிகத் தூய்மையாகவுள்ளது என்பதை உறுதிசெய்துகொண்டு மேற்குறித்த சோதனை

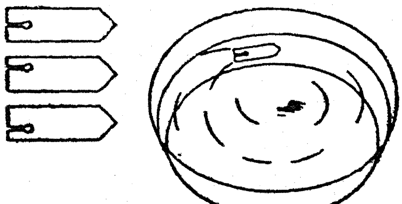
யைத் திரும்பவும் செய்திடுக. தட்டினை நீரால் நிரப்புவதற்குமுன்னர் சிறிது நேரம் தண்ணீரைக்கொண்டு தட்டினைக் கழுவுதல் அறிவுடைய செயலாகும். சோப்பிற்குப் பதிலாக தட்டின் விளிம்பினருகில் நீரின்மீது ஒரு சொட்டுப் பெட்ரோலை விடுக. நீரின் மேற்பரப்பு இழுவிசையைப் பெட்ரோல் எங்ஙனம் பாதிக்கின்றது ?

12. நூலின் கண்ணியைக்கொண்டு ஒரு சோதனை :

உண்கலம் ஒன்றினை முற்றிலும் நன்றாகக் கழுவி அதன் பிறகு நீரினால் அதனை நிரப்புக. நூலினால் ஒரு கண்ணியை (Loop) அமைத்து, அதனைச் சிறிது பெரிதாக்கி நீரின்மீது மிதக்கவிடுக. கண்ணியின் உட்புறத்தில் ஒரு சோப்புத் துண்டினைக்கொண்டு மேற்பரப்பினைத் தொட்டு விளைவுகளை உற்று நோக்குக.

13. மேற்பரப்பு இழுவிசையால் ஒரு படகினைச் செலுத்துதல் :

மருந்துக் கடையினின்றும் சிறிதளவு ஒட்டும் சூடத்தைப் (Gum camphor) பெறுக. ஒரு விறைப்பான தாளினைக்கொண்டு இரண்டு அல்லது மூன்று படகுகளை அமைத்திடுக; ஒவ்வொன்றின் நீளமும் சுமார் 2·5 செ. மீ.

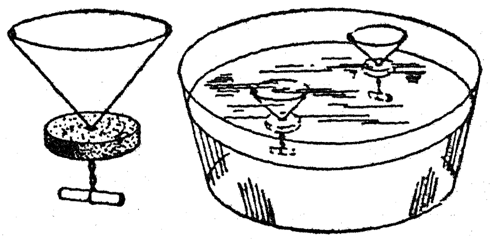


அளவு இருக்கட்டும். படகின் பிற்பகுதியில் (Stern) ஒரு சிறு துண்டு ஒட்டும் சூடத்தைக் கொள்ளும்படியாக ஒரு சிறு பிளவினை வெட்டுக; இத் துண்டு சூடத்தை விழாமல் அது நீருடன் தொடர்புகொண்டிருப்பதற்கேற்ப பிளவு அமைதல் வேண்டும். ஒரு பெரிய தட்டிலுள்ள நீரில் இப் படகுகளை மிதக்கவிடுக.

படகின் வலப்புறத்திலோ அல்லது இடப்புறத்திலோ சிறு பிளவினை அமைத்து நீங்கள் கவர்ச்சிகரமான மாற்றத்தை உண்டாக்கலாம்.

14. மேற்பரப்பு இழுவிசையைக் காட்டும் ஒரு மிதவை :

கிட்டத்தட்ட 8 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு சிறு தாமிரக் கம்பியினை வளையமாக வளைத்திடுக. வேறு இரண்டு கம்பித் துண்டுகளை வளையத்தின் எதிர்ப்புறங்களில் அசையாமல் உறுதியாக இணைத்துக் கீழ்ப்புறத்தில்



சுமார் 8 செ. மீ. நீளம் இருக்குமாறு அவற்றை ஒன்றாகச் சேர்த்து முறுக்கிவிடுக. முறுக்கிய பகுதி மட்டிலும் சுமார் 5 செ.மீ. நீளம் இருக்குமாறு செய்திடுக. விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு தட்டையான தக்கையையும் அதன் பிறகு மிதவையை நேர்க்குத்தாக நிலைத்திருப்பதற்கு மெல்லிய தகரத் தகட்டுச் சக்கையையும் (Wad of tinfoil) இணைத்திடுக.

இப்பொழுது மிதவையை நீருள்ள ஒரு தட்டில் அமைத்து அதனை மேற்பரப்பிற்குக்கீழ் அமுக்குக. மேல்நோக்கி மிதக்கும்பொழுது மேற்பரப்பு மெல்லிய ஏட்டினை உடைப்பதில்லை. அது மேற்பரப்பு மெல்லிய ஏட்டினை எங்ஙனம் இழுக்கின்றது என்பதை உற்று நோக்குக.

15. மேற்பரப்பு இழுவிசையைக்கொண்டு கோணங்களை அமைத்தல் :

ஒரு கண்ணாடிச் சாடியைக் கைவசப்படுத்தி, அதில் கிட்டத்தட்ட மூன்றில் இரண்டு பகுதியை வணிகச் சாராயத்தால் (Commercial alcohol) நிரப்புக. மருந்து சொட்டும் ஒரு குழலினைக்

கொண்டு சாராயத்தின்மீது சில எண்ணெய்த் துளிகளை விட்டு அதன் பிறகு சாடியை நீரினுல் நிரப்புக. நீங்கள் சரியான கலவையைப் பெற்ருல், கிட்டத்தட்டச் சாடியின் நடுப்பகுதியில் எண்ணெய்க் கோளங்கள் மிதக்கும். மேற்பரப்பு இழுவிசையால் எண்ணெய்த் துளிகள் சரியான கோளங்களாக இழுக்கப்பெறுகின்றன.

16. சோப்புக் குமிழிகளை ஊதுதல் :

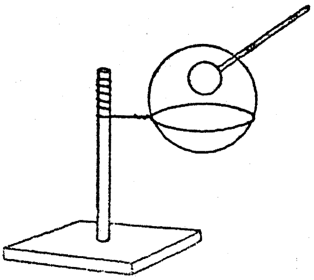
சோப்பின் மெல்லிய ஏடுகளும் குமிழிகளும் மேற்பரப்புபற்றிய உற்றுநோக்கல்கட்குப் பெரிதும் துணைசெய்கின்றன. நான்கு கிண்ண அளவு வெந்நீரில் (Hot water) மூன்று சம மட்ட மேசைக் கரண்டி அளவு சோப்புத்தூள் அல்லது சோப்பு ஏடுகளைச் சேர்த்து நீங்கள் ஒரு நல்ல சோப்புக் குமிழிக் கரைசலைத் தயாரிக்கலாம். பயன்படுத்தப்பெறுவதற்கு முன்னர் அக் கரைசல் மூன்று நாட்கள் அப்படியே கிடக்கட்டும். ஒரு குமிழி ஊதி, ஒரு சோடாப் புல், ஒரு களிமண் குழல், சுமார் 4 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு பழைய தகர ஊதுகுழல் இவற்றைக்கொண்டு குமிழிகளை ஊத முயலுக.

சோடா பருக உதவும் ஒரு வைக்கோல் புற்குழலின் ஒரு முனையை முனையினின்றும் சுமார் 1 செ. மீ. நீளத்திற்கு நான்குப் பகுதிகளாகப் பிளந்து மற்ருெரு நல்ல குமிழி ஊதியை (Bubble blower) அமைத்திடலாம். இத் துண்டுகளை வெளிப்புறமாக வளைத்திடுக. முனையைப் பிளப்பதற்குச் சவர வாள் அலகு நன்கு செயற்படுகின்றது,

17. ஒரு சோப்புக் குமிழித் தாங்கியை அமைத்தல் :

சுமார் 15 செ.மீ. நீளமுள்ள ஓர் உருளை வடிவமுள்ள கோலினை அடிப் பகுதிக்குப் பொருத்தமாகவுள்ள ஒரு மர உருளை அல்லது மரத் துண்டின்மீது அமைத்திடுக. கோலின்மீது ஓர் இரும்பு அல்லது தாமிரக் கம்பியினைச் சுற்றி சுமார் 8 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு கண்ணியை அமைத்திடுக. கண்ணியைச் சோப்புக் கரைசலில் தோய்த்திடுக.

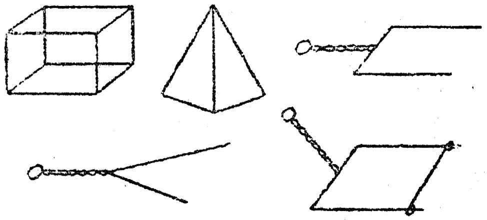
ஒரு பெரிய சோப்புக் குமிழியினை ஊதி அதனைக் கண்ணியின்மீது கழற்றிவிடுக. இப்



பொழுது சோப்புக் கரைசலில் ஒருசோடா வைக்கோற்புற்குழலை நனைத்து அதனைக் கவனமாகப் பெரிய சோப்புக் குமிழியின் ஊடே வைத்திடுக. பெரிய குமிழியின் உட்புறமாகச் சிறிய குமிழி ஒன்றனை ஊத முயலுக. இதனை இங்ஙனம் அமைத்திடுவதற்கு ஒரு சிறிது பயிற்சி வேண்டும்.

18. சோப்பின் மெல்லிய ஏடுகளுடன் (Soap films) சில சோதனைகள் :

கம்பியினைக்கொண்டு அடியிற்கண்ட வடிவங்களை அமைத்திடுக. இந்தப் பல்வகைப்பட்ட வடிவங்களையும் தடித்த சோப்புக் கரைசலில் தோய்த்து மெல்லிய ஏடுகளைக் கவனித்திடுக.

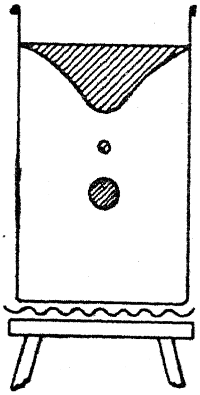


நழுவ அமைப்புள்ள கம்பி வடிவத்தைச் சோப்புக் கரைசலில் தோய்த்திடுக. நழுவத்தைச் சிறிதளவு இழுத்து மெல்லிய ஏடு விரிவதைக் கவனித்திடுக. நழுவத்தை விடுவித்திடுக; மெல்லிய ஏடு சுருங்குவதால் அது திரும்பவும் இழுக்கப்பெற்றுவிடும்.

19. திரவத்துளி உண்டாவதை ஆராய்தல் :

தண்ணீரைக்கொண்ட ஒரு பெரிய முகவையின் (Beaker) அடிமட்டத்தில் கிட்டத்தட்ட

அரை அங்குல ஆழத்திற்கு ஓர் அடுக்கு திரளும்வரையிலும் மெதுவாக அனிலீனை



(Aniline) அம்முகவையில் ஊற்றுக. முகவையை ஒரு முக்காலிமீதுள்ள கம்பி வலையில் வைத்து, ஒரு சிறு புன்சென் சுவாலையைக்கொண்டு அதனை வெதுவெதுப்பாக்குக. நீரைக் காட்டிலும் அனிலீன் அதிகமாக விரிவடைகின்றது; ஒரு சிறிது நேரங்கழிந்ததும் அஃது நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்கும். புன்செனை அகற்றி விளைவுகட்காகக் காத்திருக்க. அனிலீன் குளிர்வடையும்பொழுது, அது மீண்டும் அடிமட்டத்திற்கு மூழ்கும்; அங்ஙனம் செய்வதினால் அது விழுங்கால் எல்லாத் துளிகளாலும் மேற்கொள்ளப்பெறும் வடிவத்தை நமக்கு விளங்கக் காட்டுகின்றது. அனிலீனின் அடர்த்தியும் நீரின் அடர்த்தியும் கிட்டத்தட்ட ஒன்றாக இருப்பதால் மேற்பரப்பு இழுவிசையின் விளைவுகள் மெதுவான இயக்கத்தில் (Slow motion) பார்க்கப் பெறுகின்றன.

இயல் 10

பொறிகளைப்பற்றிய படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

A. நெம்புகோல், உருளையும் அச்சும், கப்பி

1. எளிய சமபுய நெம்புகோல் :

15 செ. மீ. சதுரமும் 2 செ. மீ. கனமும் உள்ள ஒரு மரத்தாலான அடிப்பகுதியை அமைத்திடுக. இந்த அடிப்பகுதியின் நடுவில் 4 செ. மீ. சதுரமும் 3 செ. மீ. கனமும் உள்ள மற்றொரு மரக்கட்டையை இணைத்திடுக. இந்த மரக்கட்டையின் இரண்டு பக்கங்களில் 15 செ. மீ. நீளமும் 3·5 செ. மீ. அகலமும் 1 செ. மீ. கனமும் உள்ள இரண்டு நேர்க்குத்துச் சட்டங்களை இணைத்திடுக. சிறிய மரையாணிகளைக்கொண்டு இவை சிறிய மரக்கட்டையுடன் இணைக்கப்பெறலாம். ஒரு மெல்லிய அலகு வாளினைக் (Blade saw)கொண்டு இந்த ஒவ்வொரு நேர்குத்துச் சட்டத்திலும் ஒரு குறுகிய பிளவினை வெட்டுக. இந்தப் பிளவு 2 செ. மீ.க்குக் குறைந்த ஆழத்தையுடையதாகவோ அல்லது ஒரு பயன்படுத்தப்பெற்ற சவர வாள் அலகினைக் குத்துச் சட்டத்தின் உச்சிக்குமேல் 2 அல்லது 3 மி. மீ. நீட்டிக்கொண்டிருக்குமாறு பிடித்துக் கொள்வதற்கேற்பவோ அமைதல் வேண்டும்.

1 மீட்டர் நீளம், 4 செ. மீ. அகலம், கிட்டத்தட்ட 5 மி. மீ. கனம் உள்ள ஒரே மாதிரியாகவுள்ள ஒரு சட்டத்தை நெம்புகோலின் புயமாகப் பயன்படுத்துக. இச் சட்டத்தை ஒரு கத்திமுனையின்மீது நிறுத்தி சமனிலையாக்கி, அதன் சரியான சமனிலைப் புள்ளியைக் கண்டுபிடித்திடுக. சமனிலையாகவுள்ள சட்டத்தின் மையத்தின்வழியாக ஒரு மெல்லிய ஆணியை வைத்திடுக. இந்த ஆணி இரண்டு குத்துச் சட்டத்தின் முனையிலுள்ள இரண்டு சவர வாள் அலகுகளின்மீது நிற்கக்கூடியதாகவும் அவற்றின் இடையே சட்டம் தாராளமாக ஊசலாடக் கூடியதாகவுமான நீளத்தைக் கொண்டதாக இருத்தல் வேண்டும்.

சவர வாள் அலகுகளின்மீது சட்டத்தைச் சமனிலையாக்குக; அது சமனிலையாக இராவிடில் கனமாகவுள்ள முனையில் ஒரு சிறு பகுதியை ஒரு கத்தியைக்கொண்டோ அல்லது வாளினாலோ வெட்டியெறிக.

ஆணியில் தொடங்கி (நெம்புகோலின் ஆதாரத் தானம்) இரண்டு திசைகளிலும் 1 லிருந்து எண்களைச் சட்டத்தின் இறுதி முனைவரையிலும் சென்டிமீட்டர்களில் குறித்திடுக.

சமனிலைச் சட்டத்தினின்றும் கயிற்றுக் கண்ணிகளால் எடைகளைத் தொங்கவிடுக.

1. ஆதாரத் தானத்திலிருந்து 20 செ. மீ. தூரத்தில் ஒரு 10 கிராம் எடையைத் தொங்கவிட்டு அதன்பிறகு மற்றொரு 10 கிராம் எடையைக்கொண்டு அதன் மறுபுறத்தால் சமனிலைப் படுத்துக. நெம்புகோல் சமனிலையிலிருக்கும்பொழுது நெம்புகோலின் ஆதாரத் தானத்திலிருந்து இந்த எடை உள்ள தூரத்தை உற்றுநோக்குக. ஆதாரத் தானத்திற்கு அண்மையிலும், அதற்குச் சேய்மையிலும் எடைகளை வைத்து இச் சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்க.

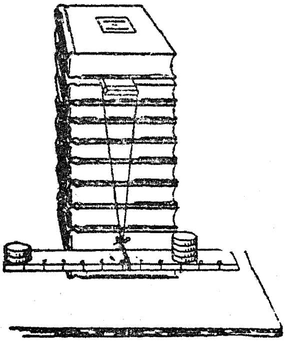
2. மேற்குறிப்பிட்ட 1 ஐ 100 கிராம் எடைகளைக்கொண்டு திரும்பவும் செய்க.

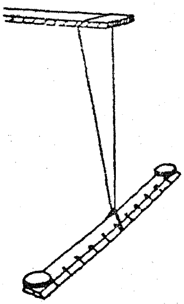
3. இரண்டு எடைகளை ஒரு புறத்தில் வைத்து மற்றொரு புறத்தில் ஓர் எடையைக் கொண்டு சட்டத்தைச் சமனிலையாக்குக. இங்கு சமனிலையாக இருப்பதற்குரிய கட்டுப்பாட்டினை நீங்கள் கண்டறியக் கூடுமா? கருத்தேற்றம்: ஆதாரத் தானத்தின் ஒரு புறத்திலுள்ள ஒவ்வோர் எடையையும் ஆதாரத்தானத்திலிருந்து அதன் தூரத்தையும் பெருக்கிப் பெருக்கற்பலன்களைக் கூட்டுக. இதனை மற்றொரு புறத்திலுள்ள எடையையும் தூரத்தையும் பெருக்கிவந்த பெருக்கற்பலனோடு ஒப்பிடுக.

2. எளிய தராசு :

விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு மேசையின் மேல்மட்டத்தில் சிறிதளவு

தூரத்தில் கயிற்றின் கண்ணிகளினால் ஒரு வரைகோலினைத் (Ruler) தொங்கவிடுக. வரைகோல் சமனிலையிலிருக்கும்பொழுது, ஆதாரத் தானத்தின் இருபுறங்களிலும் வெவ்வேறு இடங்களில் ஒரே மாதிரியாகவுள்ள நாணயங்களை வைத்திடுக; இங்ஙனம் வைக்கும்பொழுது வரைகோல் திரும்பவும் சமனிலையிலிருக்க வேண்டும். ஆதாரத் தானத்தினின்றும் நாணயங்களின் எண்களும் தூரங்களும் அடங்கிய எளிய சேர்க்கைகளைப் பயன்படுத்தி, திருப்புத்திறன் விதியை (Principle of moments) அடிப்படையில் புரிந்துகொள்ளும் பாங்கினை வளர்த்திடுக. எடுத்துக்காட்டாக, வரைகோலின் ஒரு புறத்தில் வைக்கப்பெற்ற





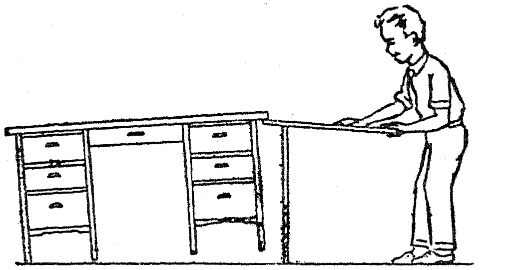
இரண்டு நாணயங்கள் அதன் எதிர்ப்பக்கத்தின் முனைக்கும் ஆதாரத்தானத்திற்கும் பாதித் தூரத்தில் வைக்கப்பெறும் நான்கு நாணயங்கள் சமனிலையாக்கும்.

3. எளிய சட்டத் தராசு :

மாணக்கர்களின் எடை காண்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறும் மேடையைக்கொண்ட தராசின் சட்டம் உண்மையில் ஒரு முனையின் மிக அருகில் ஆதாரத் தானத்தைக்கொண்ட ஒரு நெம்புகோலாகும். இந்த வகைத் தராசின் விதியைக் காட்டுவதற்கு மேலே 2-இல் பயன்படுத்திய தொங்கவிடப்பெற்ற வரைகோலின் ஆதாரத் தானத்தின் அருகில் எட்டு அல்லது பத்து நாணயங்கள் அடங்கிய ஒரு குவியலை வைத்திடுக. வரைகோலின் எதிர்ப்புறத்தின் முனையில் ஓர் ஒற்றை நாணயத்தை வைத்து வரைகோல் சமனிலையாகும்வரையில் நாணயத்தை முன்னும் பின்னுமாக நகர்த்துக.

4. முதல்வகை நெம்புகோல் :

வகுப்பறையிலுள்ள ஒரு பளுவான சாய்வு மேசை (Desk) அல்லது மேசையின் உயரத்திற்கு இருக்குமாறு ஒரு கோல் அல்லது பல

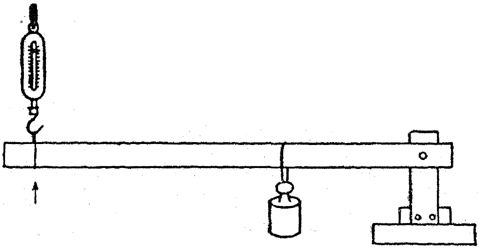


கையை அறுத்திடுக. கிட்டத்தட்ட அதே நீளமுள்ள மற்றொரு கோலினை அதன்மீது வைத்திடுக. இக்கோலின் முனையை மேசையின் விளிம்பின்கீழ் வைத்து, மேசை அல்லது சாய்வு மேசையைத் தூக்குவதற்கு அதனை ஒரு நெம்புகோலாகப் பயன்படுத்துக.

ஒரு நெம்புகோலினைக்கொண்டு ஒரு பளுவான பொருளை உயர்த்துவதில் நீளமான முனை குட்டையான முனையைவிட அதிகத் தொலைவு இயங்குவதைக் கவனித்திடுக. உண்மையில் யாதொரு ஆற்றலும் ஆதாயமாக அடையப் பெறவில்லை; ஆனால் நெம்புகோலின் குட்டையான முனையால் தரப்பெறும் விசை நீளமான முனையை அசைப்பதற்குப் பயன்படுத்தப் பெறும் விசையைவிட மிக அதிகமாக உள்ளது.

5. இரண்டாம் வகை நெம்புகோல் :

1 மீட்டர் நீளமும், 4 செ. மீ. அகலமும் 5 மி. மீ. கனமும் உள்ள ஒரே மாதிரியாக



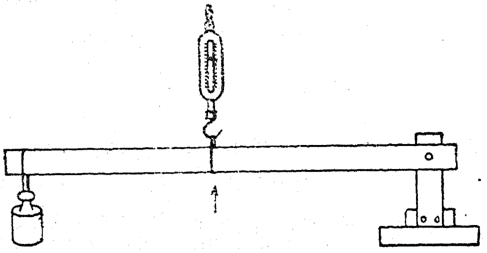
வில்தராசினால் தூக்குக

வுள்ள ஒரு மரச் சட்டத்தைப் பயன்படுத்துக ஒரு முனையில் அகல அளவின் மையத்தில்

ஒரு துளை இடுக. சோதனை 1இல் பயன்படுத்தப்பெற்ற இரண்டு நேர்குத்துச் சட்டத்திலும் அடிப்பகுதியிலிருந்து கிட்டத்தட்ட 12 செ. மீ. தூரத்தில் ஒரு துளையிடுக. குத்துச் சட்டத்தின் துளைகள் வழியாகவும் நெம்புகோலின் முனையிலுள்ள துளையின் வழியாகவும் ஓர் ஆணியை அமைத்திடுக; இந்த ஏற்பாட்டினுல் நெம்புகோல் சட்டம் குத்துச் சட்டங்களுக்கு இடையில் இருத்தல் வேண்டும். சட்டத்தின் நெடுக எடைகளைவைத்து சட்டத்தின் முனையை உயர்த்துவதற்கு ஒரு வில்தராசினைப் பயன்படுத்துக.

6. மூன்றும் வகை நெம்புகோல் :

எளிய சோதனைகளுக்காக மூன்ரும் வகை நெம்புகோலை இயற்றுவதற்கு மேலே சோதனை 5இல் பயன்படுத்தப்பெற்ற



வில்தராசினுல் தூக்குக

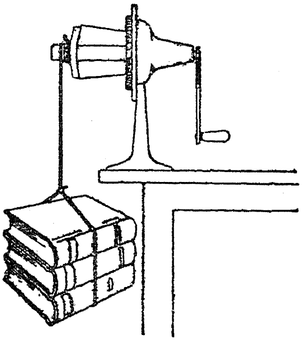
பொருள்களையே பயன்படுத்துக; ஆனுல் எடையையும் தராசினையும் பரிமாற்றம் செய்து (Interchange) அமைத்திடுக.

7. கீழ்மேலாக ஆடி அசையும் நெம்புகோல் :

சுமார் 3 மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு தடித்த பலகையைக் கொணர்க. ஒரு பெட்டியின் மீதோ அல்லது வேறு வசதியான ஏற்பாட்டினுலோ அதனைச் சமனிலையாக்கி மேலும் கீழும் அசையும் சாதனத்தைக்கொண்டு மாணுக்கர்களைச் சோதனை செய்யுமாறு விடுக; சமனிலைத் தானத்தின் இரு புறங்களிலும் வெவ்வேறு எண்ணிக்கையுள்ள பிள்ளைகளை அமரச் செய்க.

8. எளிய உருளையும் அச்சும் :

பென்சிலைக் கூராக்கும் கருவியினின்றும் அதன் மூடியை அகற்றிக் கைப்பிடியின் முனையைச் சுற்றிலும் இறுக்கமாக ஒரு கயிற்றினைக் கட்டுக. பல கிலோகிராம்கள் அளவுள்ள எடையைக் கயிற்றின் நுனியில் கட்டிக் கைப்பிடியைச் சுற்றுக. கைப்பிடியைச் சுற்றுவதற்

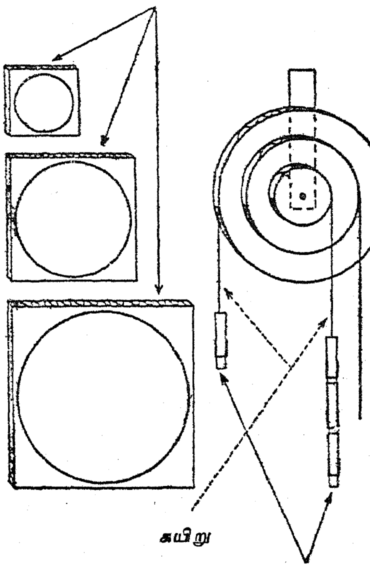


குத் தேவையான விசை எடையின்மீதுள்ள ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விசையைவிட மிகக் குறைவாக இருப்பதைக் கவனித்திடுக. இந்தச் செய்முறை விளக்கத்தில் பென்சிலைக் கூராக்கும் கருவி உருளையும் அச்சுமாகப் பயன்படுத்தப் பெறுவதைச் சுட்டிக்காட்டுக.

9. மற்ருெரு வகை உருளையும் அச்சும் :

இருபக்கமும் வளைந்து நெளியுமாறு செய்யப்பெற்றுள்ள சிறிதளவு அட்டையைக் கைவசப்படுத்தி ஒரு கவராயத்தைக் (Compass) கொண்டு 15, 10, 5 செ. மீ. குறுக்கு விட்டங்களுள்ள வட்டங்களை வரைந்திடுக. கவராயத்தினுல் அட்டை வழியாகத் துளைத்து அதன் மறுபுறத்திலும் ஒவ்வோர் உருளை அல்லது வட்டத்தை வரைந்திடுக. அட்டையின் இருபக்கங்களிலும் சுத்தமாக வெட்டி ஒவ்வோர் உருளைகளையும் வெட்டி எடுத்திடுக. ஒவ்வோர் உருளையின் மையத்தின் வழியாகவும் ஓர் ஆணியைக்கொண்டு துளையிட்டு அதன்பிறகு அந்த உருளைகளைப் பசையினைக்கொண்டு ஒன்ருகச் சேர்த்து ஒட்டிவிடுக; அல்லது கம்பித் தையல் பொறியினுல் ஒன்ருகச் சேர்த்துத் தைத்து விடுக. இந்த ஏற்பாட்டில் மிகப் பெரிய உருளையும் மிகச் சிறிய உருளையும் வெளிப்புறத்திலமைந்து அவை மூன்றும் ஒரு பொது அச்சில் சுழலும்படியாக அமைந்துள்ளன. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அவைகளை ஏற்றுக. ஒவ்வோர் உருளையின் விளிம்

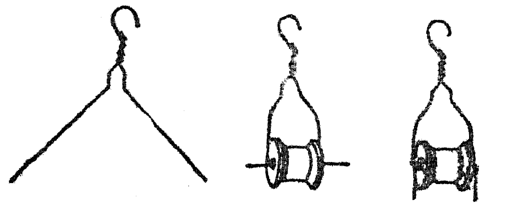
பின் (Rim)மீதும் ஒரு மழுங்கலான கருவியை மெதுவாக அமுக்கி ஒரு பள்ளத்தைச் செய்திடுக. ஒவ்வொரு கப்பியின்மீதும் ஒரு நூல்



அல்லது கயிற்றினைச் சுற்றி ஒரு குண்டூசியினைக்கொண்டு கயிற்றின் ஒரு நுனியை விளிம்புடன் பொருத்துக. கயிற்றின் மற்றொரு நுனியிலிருந்து எடைகளைச் தொங்கவிடுவதற்கேற்றவாறு அதில் ஒரு கண்ணியை அமைத்திடுக. ஆடை மாட்டும் முளைகள் போன்ற சில இலேசான எடைகளைப் பயன்படுத்துக; நீங்கள் ஒரு நெம்புகோலைக்கொண்டு உயர்த்துவதைப் போலவே பன்மடங்கு அதிகமாகவுள்ள எடைகளைத் தூக்கமுடிவதை நீங்கள் கண்டறிவீர்கள். உருளையும் அச்சும் ஒரு வகையான நெம்புகோலாகும்.

10. எளிய கப்பியை அமைப்பது எப்படி ? :

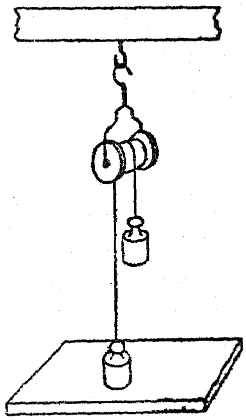
கம்பியாலான ஆடைகளைத் தொங்கவிடும் சாதனம், நூல் உருளை இவற்றினின்றும் ஓரளவு திருப்திகரமான கப்பி இயற்றப்பெறுதல் கூடும்; தொங்கவிடும் சாதனத்தில் அதன் கொக்கியிலிருந்து சுமார் 20 செ.மீ. தூரத்தில் இரண்டு கம்பிகளையும் வெட்டி விடுக. இரண்டு முனைகளையும் செங்கோணத்தில் வளைத்து இரண்டினையும் நூல் உருளையினுள் நுழைவச்



செய்திடுக. நூல் உருளை எளிதாகச் சுழலும் படிக் கம்பிகளைச் சரிப்படுத்துக; அதன்பிறகு முனைகளைக் கீழ்நோக்கி வளைத்து அவை விரியாமலிருக்குமாறு செய்திடுக.

11. ஒற்றை நிலைக்கப்பி :

கீழ்க்காணும் விளக்கப் படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ளவாறு ஓர் ஒற்றை நிலைக் கப்பியை அமைத்திடுக. கம்பிகளைக்கொண்டு 25, 50, 75, 100, 200 கிராம் எடைகளை உயர்த்துவ

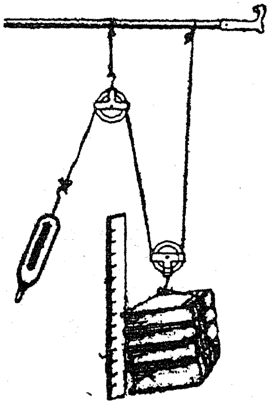


தற்கு எவ்வளவு விசை தேவைப்படுகின்றது என்பதைக் காண்க. தடை விசை (எடை) 20 செ. மீ. நகரும்பொழுது தாக்கும் விசையால் (Effort force) நகர்த்தப்பெறும் தூரத்தை அளந்து காண்க.

12. ஒற்றை இயங்கு கப்பி :

ஒரு கிடை மட்டத் தாங்கியிலிருந்து ஒரு கயிற்றின்மீது இரண்டு கப்பிகளைத் தொங்க விட்டுப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு பளுவேற்றுக. செய்முறை விளக்கச் சாய்வு

மேடையின்மீது சரிசெய்துகொள்ளக்கூடிய தாங்கி அமைக்கப்பெறாவிடில், இரண்டு நாற்

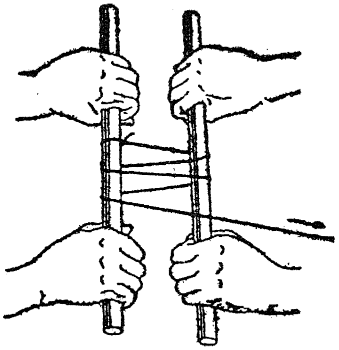


அளவுகோல்

காலிகளின் பின்புறங்களின் குறுக்கே கிடத்தப்பெறும் சாளரக் கம்பு பயன்படும். ஒரு வில்தராசினைக் கயிற்றின் ஒரு முனையில் பொருத்திப் பொருளின் எடையைக் கப்பி அமைப்பினைக்கொண்டு உயர்த்துவதற்குத் தேவையான விசையுடன் ஒப்பிடுக. மேலும், விசையும் எடையும் நகர்த்தப்பெற்ற தூரங்களையும் ஒப்பிடுக.

13. உருளை தாங்கியும் கயிறும் :

இரண்டு மாணாக்கர்கள் தலைக்கு ஒன்றாக, துடைப்பக்கோல் போன்ற உருளை வடிவமான கோல்களைப் பிடித்துக்கொண்டு பல அடி தூரத்திற்கு அப்பால் விலகி நிற்கட்டும். துணிகளை உலரவைக்கும் ஒரு நீண்ட கயிற்றினைக் கோல்கள் ஒன்றினில் கட்டி, கப்பிகளின் சேர்க்கை உண்டாவதற்கேற்றவாறு அக்கயிற்றினை இரண்டு கோல்களைச் சுற்றிலும் பல தடவைகள் சுற்றுக. இந்த இரண்டு மாணாக்கர்



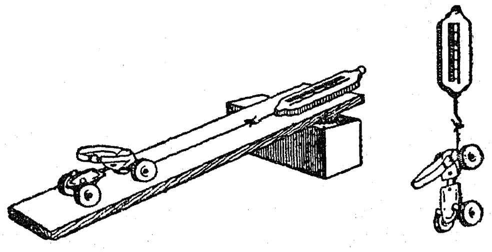
களையும்விடச் சிறியவனை மூன்றாவது மாணாக்கனைக் கயிற்றினை இழுக்குமாறு ஏவுக. இரண்டு மாணாக்கர்கள் கோல்களைப் பிடித்துக்கொண்டிருந்தபோதிலும்கூட மூன்றாமவன் இரண்டு கோல்களையும் சேர்த்து இழுக்கக் கூடும்.

விசைகளை அதிகரிப்பதற்காகக் கப்பிகளின் தொகுதிகள் பயன்படுத்தப்பெற்றுள்ள பொறி அமைப்புக்களின் பட்டியல் ஒன்றினைத் தயார் செய்க. வண்டிகளைக் கயிறு கட்டி இழுக்கும் பொறி யூர்திகளும் (Tow cars), சக்தியால் இயங்கும் மண்வெட்டிகளும் (Power shovels) இதற்கு எடுத்துக்காட்டுக்களாகும். விசைகளை அதிகரிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறும் மற்ற பொறியமைப்புக்களும் பொறிகளும் அடங்கிய பட்டியலைத் தயாரித்திடுக.

B. சாய்தளம், திருகு, ஆப்பு

1. எளிய சாய்தளம் :

ஒரு வில் தராசினை ஒரு விளையாட்டுப் பொறி யூர்தியுடன் அல்லது உருளும் சருக்குக் கட்டையுடன் பொருத்தி, அதனை ஒரு சாய்ந்த நிலையிலுள்ள பலகையின்மீது (சாய்தளம்) மேல் நோக்கி இழுத்திடுக. பொறி யூர்தியை இயக்குவதற்குத் தேவையான விசையைக் கவனித்திடுக; இந்த விசையை அதனைச் செங்குத்தாக உயர்த்துவதற்குத் தேவையாகவுள்ள விசையுடன் ஒப்பிடுக. மேலும் ஒரு சாய்தளத்தின்மீது நகரும்போது விசை மிக அதிகமான தூரத்திற்குச் செலுத்தப்பெறுகின்றது என்பதையும், இத்தூரம் மேசைக்குமேல் அதே உயரத்திற்கு உயர்த்துவதற்கு உரிய தூரத்தை

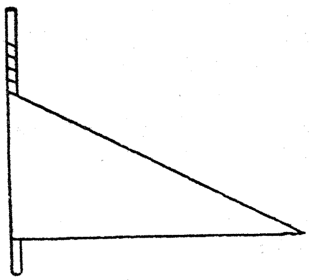


விட அதிகமானது என்பதையும் கவனித்திடுக. உராய்வினைத் (Friction) தள்ளுபடி செய்து

விட்டால், இரண்டிலும் தேவையான வினை (Work) ஒரே அளவுதான். வேறு சாதாரணப் பொறிகளிலும் இதே உண்மை பொருந்துகின்றது என்பதை எடுத்துக் கூறி விளக்குக.

2. திருகு ஒரு சாய்தளமே :

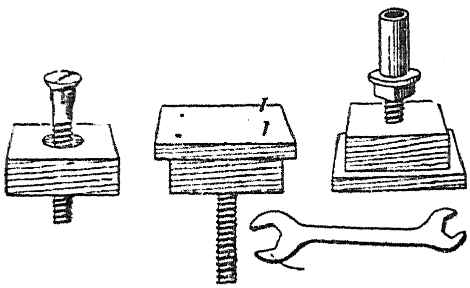
ஒரு வெள்ளைத் தாளின்மீது அல்லது மேலுறைத் தாளின்மீது ஒரு செங்கோண முக்கோணத்தை வரைந்து அதனை வெட்டுக. இந்த முக்கோணம் அதன் அடிப்பக்கத்தில் கிட்டத்தட்ட 30 செ. மீ. நீளமும், அதன் மிகச் சிறிய பக்கத்தில் கிட்டத்தட்ட 15 செ. மீ. நீளமும் இருத்தல் வேண்டும். கிட்டத்தட்ட 20 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கோலைக் கைவசப்



படுத்தி, அதன்மீது முக்கோணத்தின் மிகச் சிறிய பக்கத்தில் தொடங்கி, அதனை முக்கோணத்தின் முனையை நோக்கிச் சுருட்டுக. அங்ஙனம் அது சுருளும்பொழுதும் முக்கோணத்தின் அடிக்கோட்டினை நேராகவே வைத்திருக்க. சாய்தளம் (முக்கோணத்தின் செம்பக்கம்) ஒரு கயிற்றைப் போல் சுருள் வடிவாக அமைவதை உற்றுநோக்குக.

3. எளிய தூக்கி திருகு (Jack screw) :

ஒரு மரக்கட்டையின் வழியாக ஒரு வண்டி போல்ட்டு ஆணி பொருந்தக்கூடியவாறு ஒரு துளையினை இடுக. தன்னுடைய நீளம் முழுவதும் சுற்றுக்கள் அமைந்த ஒரு போல்ட்டு ஆணியைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. போல்ட்டின்



சுரையைத் திருப்புவதற்கு

தலையை மரத்தில் அமிழுமாறு செய்க; இந்நிலையில் அது மேற்பரப்புடன் சமமட்டமாக (Flush) இருக்கின்றது ; அதன்மீது ஒரு துண்டுப் பலகையை வைத்து ஆணியால் அடித்திடுக. வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் சுற்றுக்களின்மீது ஒரு சுரை (Nut), அதன்பிறகு திருகாணியை உறுதியாகப் பொருத்தும் ஒரு வளையம், ஒரு சிறிய உலோகக் குழல் துண்டு இவற்றை வைத்திடுக. குழலின் உட்புறக் குறுக்கு விட்டம் போல்ட்டைவிடச் சிறிதளவு பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும். ஒரு திருகும் குறட்டினைக்கொண்டு சுரையைத் திருப்பி, இப்பொறியமைப்பினை ஆற்றல் வாய்ந்த ஓர் உயர்த்தும் தூக்கியாகச் (Jack) செயற்படச் செய்யலாம்.

4. ஆப்பு :

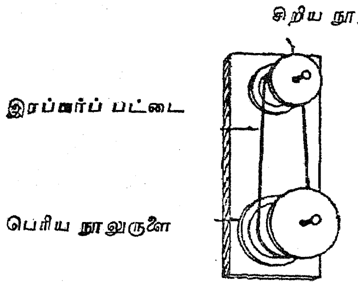
ஒரு துண்டுக் கட்டையினின்று ஓர் ஆப்பினைச் (Wedge) செய்து, அதனை ஒரு மேசையின்கீழ் அல்லது வேறு ஏதாவது பளுவான பொருளின்கீழ் செலுத்துக. ஆப்பு ஓர் இரட்டைச் சாய்வுதளமாகும் என்பதைக் கண்டறிக.

C. பொறிகளைப் பயன்படுத்துவதால் எங்ஙனம் வேகம் அதிகரிக்கப்படுகின்றது ?

1. சிறிய நூலுருளையும், பெரிய நூலுருளையும் :

ஆணிகளை அச்சுக்களாகப் பயன்படுத்தி ஒரு பெரிய நூலுருளையையும் ஒரு சிறிய நூலுருளையையும் ஒரு மரக்கட்டையுடன் இறுக்கமாகப் பொருத்துக. இருண்டு நூலுருளைகளின் மீதும் ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையை நழுவவிடுக. பெரிய நூலுருளையை ஒரு சுற்றுச் சுற்றி, சிறிய நூலுருளை ஒரு முழு சுற்றைவிட அதிகமாக அல்லது

குறைவாகச் சுற்றுகின்றதா என்பதைக் கவனித்திடுக. தோல் பட்டையின் உதவியால்



இயக்கப்பெறும் பொறி அமைப்புக்களைப்பற்றிய ஒரு பட்டியல் தயார்செய்க.

2. மிதிவண்டியைப் பயன்படுத்துதல் :

ஒரு மிதிவண்டியை அதன் ஆசனத்தின் மீதும் கைச் சட்டங்களின்மீதும் தாங்கி நிற்கும்படியாகத் தலைகீழாக வைத்திடுக. மிதிப்படி (Pedal) சக்கரத்தைச் சரியாக ஒரு சுற்று சுற்றி, பின் சக்கரம் சுற்றும் எண்ணிக்கைகளைக் கணக்கிடுக.

3. முட்டை கலக்கும் பொறி :

ஒரு முட்டை கலக்கும் பொறியைச் சோதித்திடுக ; கையினால் சுற்றும் கருவி அல்லது வேறு பொறியமைப்பு, எதுவாயினும் அதில் இணைந்து சுழலும் பல்சக்கரங்களினால் (Gears) அதிகரித்த வேகம் பெறப்படுகின்றது.

4. நெம்புகோலைப் பயன்படுத்துதல் :

ஒரு நெம்பு கோலின் ஆதாரத் தானம் நடுவிலில்லாதபொழுது அதன் நீண்ட புயம் குட்டைப் புயத்தைவிட அதிகத் தூரத்திலும் வேகமாகவும் இயங்குவதைக் காட்டுக. ஒரு "பேஸ் பால்" (Base ball) அல்லது "கிரிக்கெட்" பந்தின் (Cricket ball) பந்தடி மட்டை இந்த நற்பயனைச் செயற்படுத்துகின்றது. நெம்பு கோல்களையும் எளிய பொறிகளையும் பயன்படுத்தி வேகத்தை அதிகரிக்கும் வேறு எடுத்துக்காட்டுக்களின் பட்டியலொன்றைத் தயாரித்திடுக.

5. கப்பியைப் பயன்படுத்துதல் :

சோதனை A-12இல் காட்டப்பெற்ற கப்பி அமைப்பினைப் பயன்படுத்துக. இயங்கும் கப்பியில் விசையைச் செலுத்தி, கயிற்றின் மற்றொரு முனையிலுள்ள எடை எவ்வளவு வேகமாக எழுகின்றது என்பதை உற்று நோக்குக.

6. உருளையும் அச்சுமான அமைப்பினைப் பயன்படுத்துதல் :

சோதனை A-8 இல் நீங்கள் பயன்படுத்திய பென்சிலைக் கூராக்கும் கருவியையே பயன்படுத்துக. புத்தகங்களை வைத்திருந்த பக்கத்தை இழுத்து எவ்வளவு வேகமாக சுழற்சி முறை மாற்றுப்பொறி (Crank) சுற்றுகின்றது என்தை உற்றுநோக்குக.

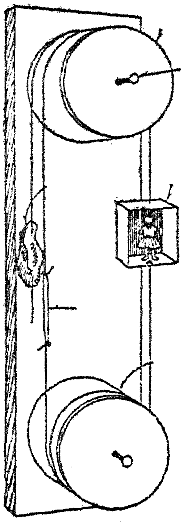
D. விசைகளின் திசையினை மாற்றுவதற்குப் பொறிகள் எங்ஙனம் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன ?

1. மாதிரித் தூக்கி (Elevator) :

எளிய பொருள்களைக்கொண்டு ஒரு தூக்கியின் செயற்படும் மாதிரி அமைப்பு ஒன்று எளிதாக இயற்றப்பெறலாம். சுழலும் பீப்பாய்கள் அல்லது விளிம்பில் பள்ளமுள்ள சக்கரங்களுக்கு காஃபியின் உலோகக் கலங்கள் போதுமானவை. ஒரு சுத்தியையும் ஒரு பெரிய ஆணியையும்கொண்டு கலங்களின் அடிமட்டங்களிலும் மூடிகளிலும் சரியான மையத்தில் துளையிடுக. மூடிகளைத் திரும்பவும் அமைத்து, அவை இரண்டும் எளிதாகச் சுழலும்படியாக ஒரு பலகையின் எதிர்ப்பக்கங்களில் ஏற்றி அமைத்திடுக.

தூக்கிப் பொறி யூர்திக்காக ஓர் அட்டைப் பெட்டி அல்லது மரப்பெட்டியினைப் பயன்படுத்துக. பெட்டியின் இரண்டு பக்கங்களிலும் கயிறுகளை இணைத்து அக்கயிறுகளைச் சுழலும் பீப்பாய்களைச்சுற்றிலும் விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு சுற்றுக. உருவம் அமைக்கும் களிமண் ஈடுசெய்யும் எடையாகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம் ; அது கிட்டத்தட்ட பொறி யூர்தியின் எடையைச் சமனிலையாக்க

வேண்டும். கயிற்றின் இரட்டைச் சுற்றினைக் கொண்ட பீப்பாயினைச் சுழற்றித் தூக்கியை இயக்குக. இந்த வகை மாதிரியமைப்பு

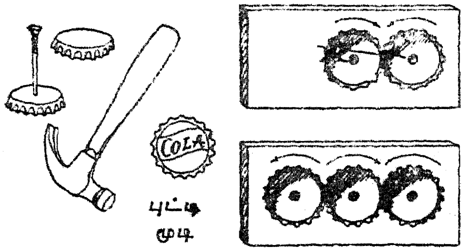


உண்மையான தூக்கிகளைப்போலவே உள்ளன; ஆனால் உண்மையான தூக்கியின் சக்கரம் ஒரு மின்சார மோட்டாரால் சுழற்றப் பெறுகின்றது.

2. இணைந்து சுழலும் எளிய பல் சக்கரங்கள்:

ஒரு சுத்தியையும் ஓர் ஆணியையும்கொண்டு பயன்படுத்தப்பெற்ற புட்டிகளின் மூடிகளின் சரியான மையத்தில் துளைகளை இடுக. மூடிகளின் முனைகளை நேராக நிமிர்த்தி எவ்வளவு இயலுமோ அவ்வளவு அவற்றை வட்டமானவையாகச் செய்திடுக.

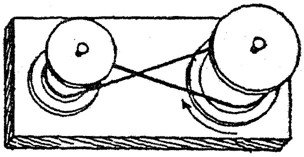
மூடிகளின் பல் போன்ற பிதுக்கங்கள் ஒன்றாகச் சிக்கி இணைவதற்கேற்ப மூடிகளில் இரண்



டினை ஒரு மரக்கட்டையில் கிடத்துக. அவற்றைச் சமுக்காள ஆணிகளைக் (Carpet tacks) கொண்டு நன்கு பொருத்துக; ஆனால் அவை இன்னும் எளிதாகச் சுழலுகின்றனவா என்பதை உறுதிசெய்துகொள்க. ஒரு மூடியைச் சுழற்றி மற்றொரு மூடி சுழலும் திசையைக் கவனித்திடுக. மூன்றாவது மூடியொன்றினைச் சேர்த்து இப்பொழுது ஒவ்வொரு மூடியும் சுழலும் திசையைக் கவனித்திடுக.

3. குறுக்குத் தோல் பட்டைகளைப் பயன்படுத்துதல்:

மேற்குறிப்பிட்ட C-1 சோதனையில் பயன்படுத்தப்பெற்ற நூல் உருளைக் கப்பிகளின் மீதுள்ள தோல் பட்டை குறுக்காக அமையு

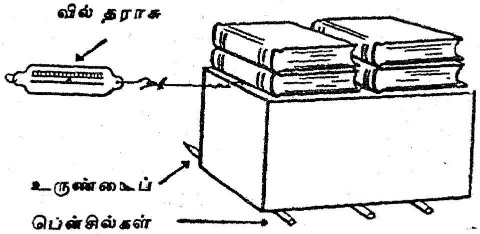


மாறு செய்து கப்பிகளில் ஒன்றினைச் சுழற்றுக. இப்பொழுது அவை எதிர்த் திசைகளில் சுழலுவதைக் கவனித்திடுக.

E. உராய்வினைப் பயன்படுத்தலும் அதனை அடக்கி ஆள்தலும்

1. பென்சில்களைக்கொண்டு உராய்வினைக் குறைத்தல்:

ஒரு பளுவான பெட்டியின் அடியில் உருளை வடிவமான பென்சில்களை வைத்திடுக. பெட்டியுடன் ஒரு கயிற்றினை இணைத்து, மேசையின் குறுக்கே பெட்டி நகர்வதற்குத் தேவையான விசையினைக் கண்டறிக. உருளைகளின்றிப்



பெட்டியை நகர்த்துவதற்குத் தேவையான விசையைக் கண்டறிக. இங்ஙனம் கிடைத்த எடுகோள்களைச் (Data) சுருக்கமாக அமைத்து, இந்த விளைவுகட்குக் காரணங்களைக் கூற முயலுக.

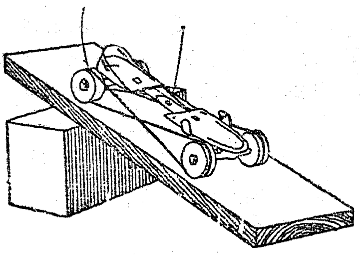
2. உருளைகளைப் பயன்படுத்துதல் :

மேற்குறிப்பிட்ட சோதனையையே திரும்பவும் செய்க; ஆனால் உருளைகட்குப் பதிலாக உருளையினைக்கொண்ட சறுக்குக் கட்டை அமைப்பு (அல்லது பல சறுக்குக் கட்டை அமைப்புக்கள்) போன்ற உருளையினைக் கொண்ட ஒரு பொறியமைப்பினைப் 'பயன் படுத்துக.

3. நழுவும் உராய்வு :

ஓர் உருளையினைக்கொண்ட சறுக்குக் கட்டை அமைப்பின் இருபக்கங்களிலுமுள்ள இரப்பர்ப் பட்டைகளைக் குறுக்கும் நெடுக்குமாக அமைத்து உருளைகளைப் பூட்டிவிடுக.

குறுக்கு நெடுக்கு இரப்பர்ப் பட்டை



இந்தச் சறுக்குக் கட்டை அமைப்பினை சாய்வாக அமைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு பலகையின்மீது வைத்து, இரப்பரின் உராய்வு எங்ஙனம் அதை நழுவவிடாமல் காக்கின்றது என்பதைக் கவனித்திடுக.

4. உராய்வு உண்டாகும் இடங்கள் :

பல்வேறு பொறியமைப்புக்களில் பகுதிகள் ஒன்றுகத் தேயும் இடங்களைக் கண்டறிக. உருளைகளைக்கொண்ட சறுக்குக் கட்டை அமைப்புக்கள், கப்பிகள், விளையாட்டுக் கருவியின் உருளைகள் இவைகட்கு அடிக்கடி எண்ணெய் தேவைப்படுகின்றது. உருளையினைக் கொண்ட சறுக்குக் கட்டை அமைப்பினைப் போன்ற எண்ணெய் தேவைப்படும் இரண்டு ஒரே மாதிரியான கோளத்திரளமைப்புக்களைக் கண்டறிய முயலுக. ஒன்றில் எண்ணெயை விட்டு அது தளர்வாகச் சுழலுவதை எண்ணெய் விடப்பெருத மற்றொன்று சுழலுவதனுடன் ஒப்பிடுக.

5. எண்ணெயினல் உராய்வினைக் குறைத்தல் :

இரண்டு கண்ணுடித் தட்டுக்களை ஒன்றன் பக்கத்தில் ஒன்ருகக் கிடத்தி அவற்றுள் ஒன்றன்மீது ஒரு சில சொட்டுக்கள் எண்ணெயை விடுக. மாணுக்கர்களை எண்ணெய் விடப்பெருத தட்டின்மீது தம்முடைய விரல்களில் ஒன்றினை முன்னும் பின்னுமாகத் தேய்க்குமாறும், அதன்பிறகு எண்ணெய் விடப்பெற்ற தட்டின்மீது அங்ஙனம் தேய்க்குமாறும் ஏவுக. இரண்டிற்கும் உள்ள வேற்றுமையை உணருமாறு கூறுக.

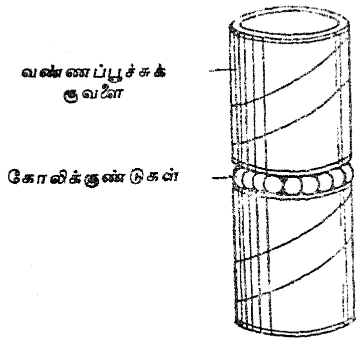
6. கரடுமுரடான மேற்பரப்புக்களின் உராய்வு :

இரண்டு உப்புத்தாள் துண்டுகளைச் சேர்த்து வைத்திடுக. ஒன்றை மற்றொன்றோடு சேர்த்துத் தேய்க்கும்பொழுது உண்டாக்கப்பெறும் உராய்வினைக் கவனித்திடுக. இப்பொழுது இரண்டு உப்புத்தாள்கட்கும் இடையில் சிறிதளவு கொழுப்பு நெய்யை (Grease) வைத்திடுக. உப்புத்தாளின் மேற்பரப்பின்மீதுள்ள ஒழுங்கற்ற இடங்களைக் கொழுப்பு நெய் நிரப்புவதால் உராய்வு மிக அதிக அளவில் குறைக்கப்பெறுகின்றது. ஒரு பொறியின் இயங்கும் பகுதிகளில் கொழுப்பு நெய்யைத் தடவுவது இம்மாதிரியாகவே செயற்படச் செய்கின்றது.

7. கோளத்திரளமைப்புக்களால் உராய்வினைக் குறைத்தல் :

உச்சியைச் சுற்றிலும் ஆழமான பள்ளங்களைக்கொண்ட வண்ணப் பூச்சுக் குவளைகளைப் போன்ற இரண்டு தகரக் குவளைகளைக் கண்டுபிடித்திடுக. ஒன்றன்மீதுள்ள பள்ளத்தில் கோலிக் குண்டுகளைக் கிடத்தி மற்றொரு குவளையைக் கோளத்திரளமைப்பு உண்டாகுமாறு கோலிக்குண்டுகளின்மீது கவிழ்த்திடுக. ஒரு

புத்தகத்தை உச்சியின்மீது வைத்து எவ்வளவு எளிதாக செய்முறை விளக்கக் கோளத்திரள



மைப்பு சுழலுகின்றது என்பதைக் கவனித்திடுக.

8. உண்மையான கோளத்திரளமைப்பு :

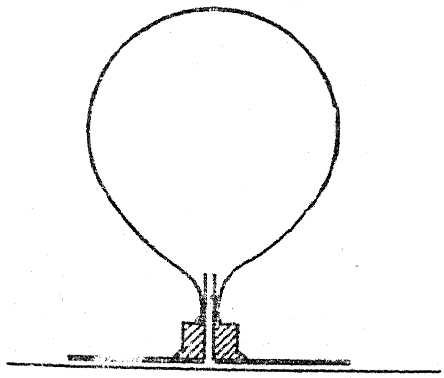
உண்மையான கோளத்திரளமைப்புக்களையும் உருளைத் திரளமைக்களையும் (Roller bearings) சோதித்திடுக. கோளத்திரளமைப்புக்கள் அல்லது உருளைத்திரளமைப்புக்களைக் கொண்டே பொறியமைப்புக்களின் பட்டியலொன்றினைத் தயார் செய்க.

9. திரும்பவும் கோளத்திரளமைப்புக்கள் :

ஒரு தகரக்குவளை மூடியின்மீது சில கோலிக் குண்டுகளை வைத்திடுக. உங்கள் ஒரு பாதத்தை கோலிக்குண்டுகளின்மீது வைத்து, நீங்கள் எவ்வளவு எளிதாக வட்டமாகச் சுழல முடிகின்றது என்பதைக் கவனித்திடுக.

10. காற்றுப் பிய்ச்சலால் (Stream) உராய்வு குறைக்கப்பெறுதல் :

சுமார் 10 செ. மீ. குறுக்குவிட்டமுள்ள ஒரு வட்டமான அட்டைத் துண்டினை வெட்டுக. செந்தழல் நிலையிலுள்ள ஒரு குண்டுசியால் மையத்தின் வழியாக ஒரு துளையைச் சுட்டு எரித்திடுக. ஒரு சிறிய நூலுருளையை இரண்டு பாதியாக அறுத்து ஒரு பாதியின் ஆதி முனையை வட்டமான அட்டைத் துண்டின் மையத்தில் பசையினால் ஒட்டிவிடுக. நூலுருளையில் பொருந்தக்கூடிய ஒரு மூங்கிற் குழல் துண்டு அல்லது வேறு ஏதாவது குழல் துண்டினைக் கண்டு பிடித்திடுக. இதனை ஒரு சிறிய பலூ



னின் கழுத்தினுள் நுழைத்து ஒரு நூல்கயிறு அல்லது இரப்பர்ப் பட்டையினைக்கொண்டு இணைப்பை இறுகப் பிணைத்திடுக. பலூனை ஊதி உப்பச் செய்து, அதன் கழுத்தினை நசுக்கி, நூலுருளையின் துளையினுள் குழலைச் செருகுக. வட்டமான அட்டைத் துண்டினை மேசையின்மீது வைத்துக் காற்றினை விடுவித்திடுக. துளையின்வழியாக விடுவிக்கப்பெறும் விரியும் காற்று அட்டையினை மேலுயர்த்தும்; அதற்கு ஒரு சிறிய அசைவு (Flick) கொடுக்கப் பெற்றால் அது மேசையின் குறுக்கே சிறிதும் உராய்வின்றிப் பாய்ந்து செல்லும். இச் சோதனை வட்டமிடும் வானூர்தியின் (Hover-craft) தத்துவத்தை விளக்குகின்றது.

இயல் 11

விசைகள் சடத்துவம் இவற்றின் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

A. சமனிலை

1. சமனிலையிலுள்ள விசைகளின் படிப்பிற்குரிய ஒரு பொறியமைப்பினை இயற்றுதல் :

இயல் 10, சோதனை – A 1ஐப் பார்க்க.

2. ஏற்ற விளையாட்டில் சமனிலை :

3 மீட்டர் நீளமுள்ள ஓர் உறுதியான பலகையையும், ஓர் ஏற்ற விளையாட்டு மேடை அல்லது பெட்டியையும் கைவசப்படுத்துக ; பலகையை மேடை அல்லது பெட்டியின்மீது சமனிலையாக்கி ஓர் ஏற்றம் அல்லது ஊஞ்சல் அமைக்கப்பெறலாம். இயன்றால் இதனை வகுப்பறையில் அமைத்திடுக. உங்கள் பள்ளி ஆடுகளத்தில் பிள்ளைகட்காக ஓர் ஏற்ற விளையாட்டு அமைப்பு இருக்கலாம். (இயல் 10, சோதனை - A 7 ஐயும் பார்க்க).

சம எடையுள்ள இரண்டு மாணுக்கர்களைத் தேர்ந்தெடுத்து அவர்களைப் பலகையின் இரண்டு கோடியிலும் இருக்கச் செய்து சமனிலையாக்குக. சமனிலைத் தானத்திலிருந்து ஒவ்வொரு பிள்ளையும் உட்கார்ந்திருக்கும் இடம் வரையிலுள்ள தூரத்தை அளந்திடுக.

அடுத்தாற்போல் ஒரு பளுவான குழந்தை ஓர் இலேசான குழந்தையுடன் சமனிலையாகும்படி செய்து, செய்யப்பெறவேண்டிய மாற்றங்களை உற்றுநோக்குக. அடுத்து, ஒரு குழந்தையை எதிர்ப்புறத்திலுள்ள இரண்டு குழந்தைகளுடன் சமனிலையாகும்படி செய்க. மாற்றங்களை உற்றுநோக்குக. ஒவ்வொரு தடவையும் சமனிலைத் தானத்திலிருந்து குழந்தை இருக்கும் இடம் வரையிலுள்ள தூரத்தை அளந்து, அந்தத் தூரத்தைக் குழந்தையின் எடையால் பெருக்கினுல் நீங்கள் சமனிலைபற்றிய கவர்ச்சிகரமான உண்மையைக் கண்டறிவீர்கள்.

குறிப்பு : இரண்டு குழந்தைகளும் ஒரே பக்கத்திலிருப்பின் சமனிலைத் தானத்திலிருந்து ஒவ்வொரு குழந்தையும் இருக்கும் தூரத்தை அளந்து, அதனை ஒவ்வொரு குழந்தையின் எடையால் பெருக்கிக் கிடைக்கும் இரண்டு பெருக்கற்பலன்களையும் கூட்டுக.

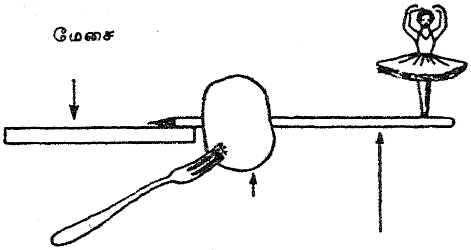
3. ஒரு சமனிலைத் தந்திரம் :

ஒரு மழமழப்பான மீட்டர் கோலினைக் கைப்பற்றுக ; அஃது உங்கள் இரண்டு விரல்களின் மீது இலேசாக நிற்கட்டும். உங்கள் விரல்களைக் கோலின் முனையருகில் வைத்து அதன் பிறகு அவைகளை மையத்தை நோக்கி நகர்த்துக. மீட்டர் கோலில் உங்களுடைய விரல்கள் எங்குச் சந்திக்கின்றன ? உங்களுடைய வலக்கையின் விரலை மீட்டர் கோலின் முனையருகிலும் மற்றொரு விரலை அடுத்த பக்கத்தில் மையத்திற்குப் பாதி தூரத்திலும் வைத்து இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. இப்பொழுது உங்கள் விரல்கள் எந்த இடத்தில் சந்திக்கின்றன ? உங்கள் இடக்கையின் விரலை மீட்டர் கோலின் கோடியிலும், வலக்கையின் விரல் அடுத்த பக்கத்தில் கிட்டத்தட்ட மையத்திற்குப் பாதி தூரத்திலும் வைத்துக் கொண்டு இச் சோதனையை மாற்றிச் செய்திடுக. உங்களுடைய விரல்கள் இப்பொழுது எங்குச் சந்திக்கின்றன ? வேறு தூரங்களைப் பயன்படுத்தியும் இச் சோதனையைச் செய்ய முயலுக. இந்தக் கவர்ச்சிகரமான தந்திரத்தை நீங்கள் விளக்கக் கூடுமா ?

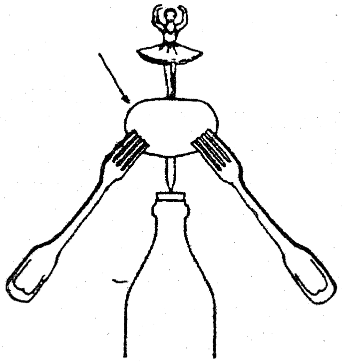
4. சில எளிய சமனிலைச் சோதனைகள் :

(அ) ஒரு கூரிய கத்தியைக்கொண்டு ஏதாவது ஒரு பச்சைக் காயினின்றும் அல்லது உருவம் அமைக்கும் களிமண்ணினின்றும் சுமார் 2·5 செ. மீ. அளவுள்ள துண்டொன்றினை வெட்டுக. ஒரு பென்சிலின் கூரான நுனியை அத்துண்டின் வழியாகத் துளைத்திடுக ; அஃது அடுத்த பக்கத்தில் 2·5 செ. மீ. நீட்டிக் கொண்டிருக்கட்டும். விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஓர் உணவுண்ணும் கவர் முள்ளினைச் செருகுக. இப்பொழுது பென்சிலின் கூரிய முனையை ஒரு மேசையின் ஓரத்

தில் வைத்து, சமனிலை வரும் வரையில் பகுதிகளைச் சரிப்படுத்துக; அதன் பிறகு பென்சிலின் நீண்ட முனையில் மெதுவாகத் தட்டுக.

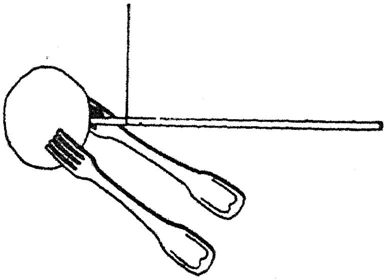


(ஆ) ஒரு துண்டு பச்சைக் காய் அல்லது உருவம் அமைக்கும் களிமண், இரண்டு கவர் முட்கள், ஒரு பென்சில் இவற்றை விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அமைத்து அவற்றை ஒரு சோடா நீர்ப் புட்டியின் உச்சியின்மீது சமனிலையாக்குக.

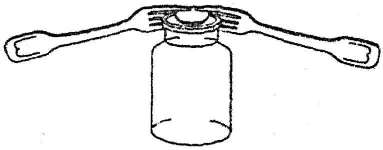


(இ) ஒரு துண்டு பச்சைக் காய் அல்லது உருவம் அமைக்கும் களிமண், ஒரு பென்சில், இரண்டு கவர் முட்கள் இவற்றை விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அமைக்க. இந்தத் தடவை அவற்றை ஒரு நூல் அல்லது கயிற்றில் தொங்க விடுக. சமனிலை வருவதற்குக் கயிறு வைக்கப்படவேண்டிய சரியான இடத்தைக் கண்டறிவதற்கு ஓரளவு சோதனை செய்தல் தேவைப்படும்.

(ஈ) ஒரு நாணயம், இரண்டு கவர் முட்கள் இவற்றை விளக்கப் படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ளவாறு அமைத்திடுக. ஒரு புட்டி அல்லது கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் முனையின் மீது அவற்றினைச் சமனிலையாக்குக.



(உ) வீட்டில் அல்லது பள்ளியில் காணப் பெறும் சாதாரணப் பொருள்களைப் பயன்



படுத்திச் சமனிலைபற்றிய வேறு சில எளிய சோதனைகளை அமைத்திட முயலுக.

5. ஒரு கயிற்றினை நீங்கள் நிமிர்த்தக் கூடுமா? :

சுமார் ஒன்றரை மீட்டர் நீளமுள்ள ஓர் உறுதியான திண்ணிய நூற் கயிறு அல்லது சிறிய கயிற்றினைக் கைவசப்படுத்துக. ஒரு பளுவான புத்தகம் அல்லது வேறு பொருத்தமான எடையைச் சுற்றிலும் மற்றொரு திண்ணிய நூற் கயிற்றினைச் சுற்றுக. எடையுடன் கூடிய திண்ணிய கயிற்றினை மற்றொரு திண்ணிய கயிற்றுடன் அது சுமார் 15 செ. மீ. கீழாகத் தொங்கக் கூடியவாறு கட்டுக. நீண்ட முனையை உறுதியாகப் பற்றி உங்களுடைய புயங்களை அகட்டி இழுப்பதால் அதனை நிமிர்த்த (நேர்படுத்த) முயலுக. ஒரு கோடியை ஒரு மாணக்கனைப் பிடித்து இழுக்கச் செய்து மற்றொரு கோடியை நீங்கள் பிடித்து இழுத்திடுக. நீங்கள் கயிற்றினை நிமிர்த்தி வளை வெடுக்க முடியுமா ?

6. பொருள்களின் புவி ஈர்ப்பு மையத்தைக் கண்டுபிடித்தல் :

ஒரு முக்கோண அரத்தினைக் கைவசப் படுத்தி அதனை ஒரு மேசையின்மீது சமநிலைத் தானமாக வைத்திடுக. ஒரு தட்டையான பக்

கத்தைக்கொண்ட எந்தக் கூரான முனையினை யுடைய பொருளும் பயன்படுத்தப்பெறலாம். துடைப்பங்கள், பந்தடி மட்டைகள், தூரிகைகள் முதலியவை போன்ற பல்வேறு குச்சிகள், கோல்கள், பொறியமைப்புக்கள் ஆகியவற்றை கத்திமுனையின்மீது சமனிலைப்படுத்தி அவை சமனிலையாக நிற்கும் இடத்தை ஒரு சுண்ணக் காம்பினல் குறித்திடுக. நீங்கள் சோதித்த ஒவ்வொரு பொறி அமைப்பின் மையமும் அப் பொருளின் சரியான மையத்திலுள்ளதா? எந் தப் பொருள்கள் புவிஈர்ப்பு மையத்தை மையத்தில் கொண்டிருப்பதாகத் தோன்றுகின்றன? வழக்கமாக மற்றவைகளின் புவிஈர்ப்பு மையம் எங்குக் காணப்படுகின்றது?

B. ஈர்ப்பு ஆற்றலைக்கொண்ட சோதனைகள்

1. விழும் பொருள்கள் :

உங்களுடைய ஊர்ப் புறத்தில் கிட்டத்தட்ட 20 மீட்டர் உயரமுள்ள கட்டடம் இருந்தால், எங்ஙனம் எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிக நீளமாக ஈர்ப்பு ஆற்றல் பொருள்களின்மீது செயற்படுகின்றதோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு அது பொருள்களை வேகமாக விழச் செய்கின்றது என்பதை நீங்கள் ஆராய்தல் கூடும். குறைந்தது 20 மீட்டர் உயரத்திலிருந்து பூமியைத் தொடக்கூடியதாகவுள்ள ஒரு கயிற்றினைக் கை வசப்படுத்துக. அஃது ஒரு நேரான நிலைக் குத்துக்கோடாக அமைவதற்கேற்ப அதனை உறுதியாகப் பிணைத்திடுக. பூமியினின்றும் 20 மீட்டர் உயரத்தில் சாளரத்திற்கு எதிர்ப்புறத்தில் ஒரு வண்ணத்துணி அல்லது வண்ண நூலினைக் கயிற்றுடன் கட்டுக. இந்த இடத்திற்குச் சுமார் 5 மீட்டருக்குக் கீழ் மற்றொரு வண்ண நூலினைக் கட்டுக. யாரையாவது ஒருவரை ஒரு கைக் கடிகாரத்துடன் பூமியின்மீது நிற்குமாறு செய்து விநாடிகளை உரத்துக் கூவுக. 'ஓராயிரத்து ஒன்று'—'ஓராயிரத்து இரண்டு'—'ஓராயிரத்து மூன்று' என்று கூவிக்கொண்டு புயத்தினல் விநாடிகளை அடிப்பது ஒரு நல்ல வழியாகும். இது விநாடிகளைக் கிட்டத்தட்டச் சரியாக அடிக்கக்கூடிய வழியாகும்.

இப்பொழுது தொடங்கும் இடத்திற்கு 5 மீட்டருக்குக்கீழ் உள்ள இடத்தில் யாரையாவது ஒருவரையும், பூமியில் அங்ஙனமே யாரையாவது மற்றொருவரையும் இருக்குமாறு செய்க. பளுவான கற்களையும் இலேசான கற்களையும் மேலிருந்து விழவிடுக. சிறிய பொருள்களையும் பெரிய பொருள்களையும் விழவிட்டு அவை ஒரு விநாடியில் எவ்வளவு தூரம் விழுந்துள்ளன என்றும், இரண்டு விநாடிகளில் எவ்வளவு தூரம் விழுந்துள்ளன என்றும் காண்க.

2. நாணயங்கள் சேர்ந்தே விழுகின்றன :

ஒரு வரைகோலை (Ruler) அதன் ஒரு நுனி மேசையின் ஓரத்திற்கு வெளியே நீட்டிக் கொண்டும், மற்றொரு நுனி சுமார் 3 செ. மீ. ஓரத்தினின்று இருக்கும்படியாகவும் சாய்ந்த நிலையில் (Obliquely) ஒரு மேசையின்மீது வைத்திடுக. இப்பொழுது ஒரு நாணயத்தை நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் முனையின்மீதும் மற்றொரு நாணயத்தை வரைகோலின் மற்றொரு முனைக்கும் மேசையின் ஓரத்திற்கும் இடையில் மேசையின்மீதும் வைத்திடுக. மற்றொரு வரைகோலைக்கொண்டு நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் முனையில் கிடைமட்டத்தில் வேகமாகத் தாக்குக. ஒரு நாணயம் நேராகத் தரையில் விழுகின்றது; மற்றொரு நாணயம் ஒரு நீண்ட வழியில் பிரயாணம் செய்கின்றது. ஒவ்வொரு நாணயமும் எப்பொழுது தரையை அடைகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. நீங்கள் இச் சோதனையைப் பன்முறை திரும்பத் திரும்பச் செய்யவேண்டியதாக இருக்கும். நீங்கள் என்ன முடிவுகளை அடைகின்றீர்கள்?

3. எளிய ஊசலி (Pendulum) :

ஒரு கல் அல்லது ஒரு சிறிய உலோகப் பந்து போன்ற ஏதாவது ஒரு பொருளுடன் குறைந்தது 2 மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு கயிற்றினைக் கட்டுக. இதனை வாயிற்படியில் அல்லது மச்சின் அடிப்புறத்தினின்றும் தொங்கவிட்டு அதனை ஒரு பெரிய வட்டவில்லில் ஊசலாடுமாறு தொடங்கிவிடுக. 10 வினடிகளில் அது செய்யும் ஊசலாட்டங்களைக் கணக்கிடுக; அதன்பிறகு அதனை 6ஆல் பெருக்கி ஒரு

நிமிடத்திற்கு எத்தனை ஊசலாட்டங்களைச் செய்கின்றது என்று கணக்கிட்டுப் பார்க்க.

அடுத்து, ஊசலியை ஒரு சிறிய வட்ட வில்லில் ஊசலாடுமாறு செய்து நிமிடத்திற்கு எத்தனை ஊசலாட்டங்கள் செய்கின்றன என்று கணக்கிடுக. இங்ஙனம் ஊசலி ஆடும் நிலையைப் பல தடவைகள் மாற்றி, இச் சோதனையைப் பன்முறைகள் செய்து ஒவ்வொன்றிலும் சராசரியை எடுத்துக்கொள்க. வட்ட வில்லின் நீளம் ஊசலியின் காலமாற்றத்தினைப் பாதிக்கின்றதா ?

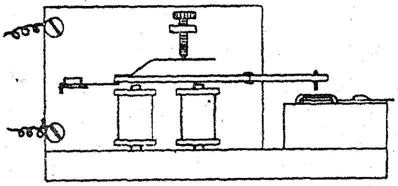
ஊசலியின் நீளத்தை அப்படியே வைத்துக் கொண்டு அதன் எடையாகப் பயன்படும் பொருளை மட்டிலும் மாற்றுக. மேற்கூறியவாறே ஊசலி செய்யும் வட்டவில்லின் நீளங்களை மாற்றி இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

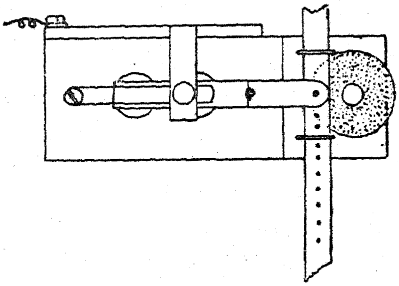
இந்த ஊசலியின் நீளத்தில் பாதி இருக்குமாறு ஊசலியை அமைத்துக்கொண்டு மேற்கூறிய ஒவ்வொரு சோதனையையும் திரும்பவும் செய்திடுக. ஊசலியின் நீளம் அதிர்வின் வீதத்தைப் (Rate) பாதிக்கின்றதா? நீளம் அதன் வீதத்தை எங்ஙனம் பாதிக்கச் செய்கின்றது ?

4. ஒரு விழும் பொருளின் காலத்தைக் குறித்தல் :

ஒரு விழும் பொருளைச் சமமான கால இடைவெளிகளைக் குறிக்கும் அடையாளங்கள் செய்யப்பெற்ற ஒரு காகித நாடாவுடன் இணைத்துத் தானாக விழும் ஒரு பொருளின் இயக்கம் சோதிக்கப்பெறுதல் கூடும். காகித நாடாவினை ஒரு மின்சார மணியின் சுழல் சுருளுக்கும் (Armature) ஒரு கரித்தாள் அட்டைக்கும் இடையே செலுத்தி இது செய்யப்பெறலாம். இந்தச் செயலுக்காக ஒரு மின்சார மணியின் பொறி நுட்பத்தைச் சிறிது மாற்றியமைப்பதற்கு மணி நாவினை அகற்றி சுமார் 5 செ. மீ. நீளமுள்ள ஓர் உலோகத் துண்டுடன் சுழல் சுருளைப் பற்றுசு வைத்து இணைத்து அதனை (சுழல் சுருளை) நீட்டிடுக. இங்ஙனம் நீட்டப்பெற்ற பகுதியின் முனையின் அருகில் ஒரு வட்டத் தலையுடனுள்ள ஒரு சிறிய மரையாணி பொருந்துவதற்கேற்ப ஒரு துளையினை இட்டு, அதில் மரையாணியின் தலைப்பகுதி கீழிருந்து ஓர் அடையாளமிடும் சுத்திபோல் செயற்படுமாறு அதனைப் பொருத்துக.

கிட்டத்தட்ட $5 \times 2{\cdot}5 \times 18$ செ. மீ. அளவுள்ள அடிப்பகுதியாகப் பயன்படக்கூடிய ஒரு மரக்கட்டையின்மீது இந்தப் பொறி நுட்ப அமைப்பினை இணைத்திடுக. $5 \times 5 \times 2{\cdot}5$ செ. மீ. அளவுள்ள மற்றொரு கட்டையினைக் கரித்தாள் வட்டத் துண்டினைத் தாங்குவதற்காக அடிக்கும் பகுதி (Striker)யின் கீழும், கடகடவென அடிக்கும் நாடாவின் (Ticker tape) பாதையை வழிகாட்டுவதற்காக இருப்புக் கொக்கிகளையும் பொருத்துக. கரித்தாள் வட்டத் துண்டு சுமார் 3 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ளதாக இருத்தல் வேண்டும்; இஃது ஓர் ஓவியத் தட்டூசியில் (Drawing pin) தளர்ச்சியாகப் பிடித்துக்கொள்ளப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும்; இந்த அமைப்பினால் நாடா தட்டூசியின்மீது கடந்து செல்லும்பொழுது கரித்தாள் வட்டத் துண்டு சுழன்று புதிய மேற்பரப்பினை வெளிப்படுத்திக்கொண்டிருக்கும். காகிதக் கம்பி இணைப்புக்களினின்றும் (Wire paper fasteners) அவற்றைக் கட்டையினுள் அழுத்தி இருப்புக் கொக்கிகள் எளிதாகச் செய்யப்பெறுகின்றன.





சுழல் சுருளின் நீட்டிய பகுதி தாளினை வேகமாகத் தாக்கித் துள்ளிக் குதிக்கக் காரணமாகாமலிருப்பதற் கேற்ப அது சிறிதளவு வளைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; இவ்வாறு நிகழ்ந்தால் சமமில்லாத காலக் குறிப்பினை (Uneven timing) விளைவித்திடும். இப்பொழுது காகிதத்

துண்டு (நாடா) அதன் கீழ்க் கரித்தாள் இருக்குமாறு இரும்புக் கொக்கிகளினூடே செலுத்தப்பெற்றுச் சுழல் சுருள் இயக்கத்தில் வைக்கப்பெறுகின்றது. நாடா விடுவிக்கப் பெற்று பொருள் விழும்பொழுது. அது தனக்குப் பின்னுல் காகிதத்தை இழுக்கின்றது. இவ்வாறு சமமான கால இடைவெளிகளுடன் தாளின்மீது அடையாளங்கள் செய்யப்பெறுகின்றன; தொடங்கின இடத்திலிருந்து தூரங்களின் அளவீடுகள் செய்யப்பெறுதல் கூடும்.

காலத்தைக் குறிக்கும் இந்தப் பொறியமைப்பு வேறு சோதனைகட்கும் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். (எ-டு.) பொறியின் சேணத்தில் (Saddle) நாடாவினை இணைத்து மிதிவண்டியாளரின் வேகவளர்ச்சி (Acceleration) அளக்கப்பெறுதல்கூடும். கால இடைவெளி முதன்மை இணைப்புப் பகுதியின் (Mains) அதிர்வாக இருக்கும்பொழுது தனி அளவீடுகளுக்காக (Absolute measurements) ஓர் இருதிசை யோட்ட மணி (A. C. Bell) சிறிது மாற்றியமைக்கப் பெறுதல் கூடும்.

5. ஓர் உருளும் பந்தின் ஆராய்ச்சி :

ஒரு மழமழப்பான பாதையில் உருண்டு கொண்டிருக்கும் ஒரு பெரிய கோளத்திரளைமைப்பு அல்லது 'விளையாட்டு வகைப் பந்து' (Bagatelle ball) ஓர் ஊசலியைக்கொண்டு காலம் குறிக்கப்பெறலாம். பாதையை அமைத்திடுவதற்கு 120 செ. மீ. நீளமுள்ள இரண்டு கண்ணுடிக் குழலை (அல்லது வேறு மழமழப்பான கோல்களை) இரப்பர்ப் பட்டைகளால் சேர்த்து இணைத்திடுக. அவற்றை அவற்றின் ஒரு முனையின்கீழ் ஒரு தீப்பெட்டியுடன் மேசையின்மீது கிடத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு நீண்ட மரத்துண்டின்மீது வைத்திடுக. ஏறக்குறைய கால் விநாடி இடைவெளி நேரங்களைத் தருமாறு ஓர் எளிய ஊசலியை அமைத்திடுக. நூலினுல் தாங்கப்பெற்றுள்ள ஓர் உலோகத் தாலான சுரை (Nut) இதற்குப் பொருத்தமானது. பாதையின்கீழ் பந்து உருண்டோடுமாறு தொடக்கிவிட்டு ஊசலியின் அடுத்தடுத்த ஊசலாட்டத்தின்பொழுது அப் பந்தின் நிலைகளை உற்றுநோக்குக. பந்தின் நிலைகளுக்கு எதிராகச் சம இடைவெளிக் காலங்களில் கட்டையின் நெடுக அடையாளங்களைச் செய்க. பல முயற்சிகளின் சராசரியை எடுத்துக்கொண்டு தொடங்கின இடத்திலிருந்து கடந்து சென்ற தூரத்தை அளந்திடுக. இவற்றை ஒரு தூர-காலவரைப் படத்தின்மீது குறிப்பிடுவதால் கிடைக்கும் வளைவரை (Curve) அந்த உறவுமுறை பரவளைவாக (Parabolic) உள்ளது என்பதைப் புலப்படுத்தும். அஃதாவது :

$$S = \tfrac{1}{2}.a.t^2$$

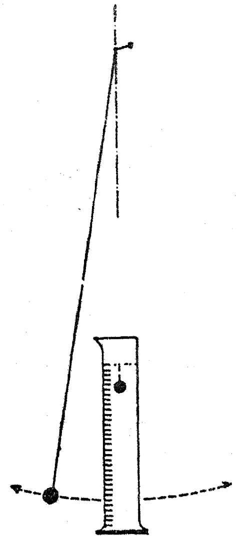
என்பதைக் காட்டும்; இங்கு S என்பது கடந்து சென்ற தூரத்தையும், a என்பது வேகவளர்ச்சியினையும், t என்பது எடுத்துக் கொண்ட காலத்தையும் குறிக்கின்றன.

6. ஒரே சீரான இயக்கம் :

ஒரு பொருள் ஒரு பாய்மத்தின் வழியாக விழும்பொழுது, ஈர்ப்பு ஆற்றலின் இழுப்பு விசை அமையும் உராய்வு விசைகளால் விரைவில் சமனிலையாக்கப்பெறுகின்றது; பொருளும் மாருநிலையிலுள்ள நேர் வேகத்துடன் தொடர்ந்து செல்லுகின்றது. இங்ஙனம் நேரிடின் கடந்துசென்ற தூரங்கள் எடுத்துக் கொண்ட காலத்துக்கு விகித சமத்திலுள்ளது. இந்த விளைவு அடியிற் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள சோதனையால் ஆராயப்பெறுதல் கூடும்; இச் சோதனையில் ஒரு சிறு மெழுகு உருண்டை நீரில் விழுகின்றது.

மென்மையாக்கப்பெற்ற ஒரு மெழுகினின்றும் ஒரு சிறிய பேரிக்காய்-வடிவ (Pear-shaped) மிதவையை அமைத்து, அதன் நுனியில் ஒரு காரீய ரவையால் எடை இடுக; இதனுல் அஃது ஓர் அளவிடும் உருளையில் அல்லது ஒரு பெரிய அளவுக் கோடுகளிடப்பெற்ற ஒரு சோதனைக் குழலிலுள்ள நீரில் அடி மட்டம் வரையில் மூழ்கிப் போகாமலும் அல்லது நீரின் மேற்பரப்பில் மிதக்காமலும் அதன் சமனிலையை நிலைநிறுத்திக்கொள்ளுகின்றது. சரியாக 98 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு நீளக் கயிற்றினை எடுத்து அதன் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு சிறிய எடையை இணைத்திடுக. இதனுல் அஃது ஒரு ஊசலியாகி ஒரு பக்கத்திலிருந்து பிறிதொரு பக்கத்திற்கு ஊசலாடிப் போக ஒரு விநாடி எடுத்துக்கொள்ளுகின்றது. இஃது அளவிடும் சாடியின் அருகில், ஆனுல் அதற்குப் பின்

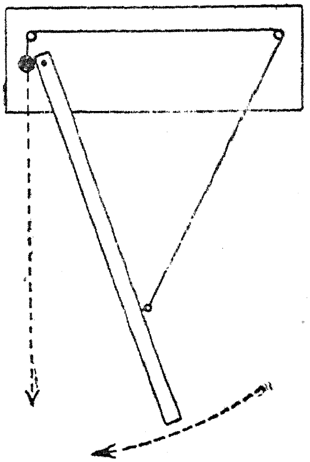
புறமாக, ஊசலாடுமாறு ஒரு தாங்கியில் அமைத்திடுக. மெழுகுருண்டையைக் கவனமாக நீரின் மேற்பரப்பின்மீது வைத்திடுக. (இங்கு மேற்பரப்பில் நீரின் தடைக் காரணமாக அஃது இயக்கமின்றித் தங்கிவிடும்.) நீரின் ஊடே முழுகும்படியாக உங்களுடைய விரலால் மெதுவாக மெழுகினைத் தள்ளுக; அதே சமயத்தில் ஊசலியினையும் ஊசலாடுமாறு தொடக்கிவிடுக. ஒவ்வொரு தடவையும் ஊசலி நிலைக்குத்துக் கோட்டினைக் கடந்து செல்லும்பொழுது மெழுகிற்கு எதிராகவுள்ள பிரிவுக் கோடுகளை உற்று நோக்குக.



இச் சோதனையை ஒரு தடவை அல்லது இரண்டு தடவைகள் திரும்பவும் செய்திடுக; உங்களுடைய உற்றுநோக்கல்களினின்றும் ஒரு விநாடிக்கு மெழுகு எத்தனைப் பிரிவுக் கோடுகளினூடே செல்லுகின்றது என்பதைக் கண்டறிந்திடுக.

7. ஒரு விழும் பந்தின் வேகவளர்ச்சி :

விநாடிதோறும் இயக்க நிலையிலுள்ள ஒரு பொருளின் வேகத்தில் ஏற்படும் மாற்றமே வேகவளர்ச்சி (Acceleration) என்று வழங்கப் பெறுகின்றது. பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றலின் செயலின்படி விழும் ஒரு பந்திலுள்ளதைப் போல் இந்த வேகவளர்ச்சி மாறாத நிலையிலிருப்பின் அஃது எளிதாக அளக்கப்பெறுதல் கூடும். இந்தக் குறிப்பிட்ட செயலில் அது பொதுவாக g என்ற குறியீட்டால் உணர்த்தப் பெறுகின்றது. அடுத்து வரும் சோதனையில் ஓர் உலோகப் பந்தின் வீழ்ச்சி ஒரு பக்கமுள்ள துளையில் தளர்ச்சியாகப் பொருந்தியுள்ள ஓர் ஆணியினின்றும் ஊசலாடிக் கொண்டிருக்கும் சுமார் 120 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு மோட்டு மரச் சட்டத்தால் தடுக்கப்பெறுகின்றது.

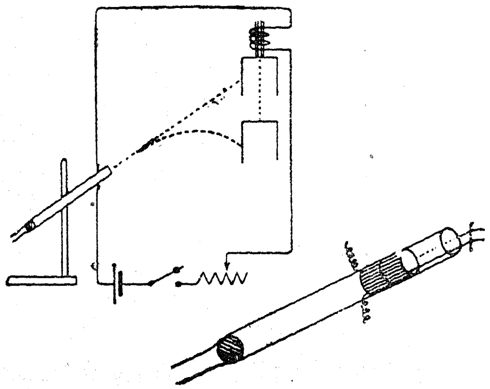


ஒரு கடிகாரத்தைக் காலத்திற்குப் பயன்படுத்திக்கொண்டு ஊசலியின் ஊசலாட்டக் காலம் (Period) முதலில் கண்டறியப் பெறுகின்றது. எ-டு. 100 ஊசலாட்டங்களுக்குரிய காலம் கண்டறியப்பெற்று அதிலிருந்து ஓர் ஊசலாட்டத்தின் காலம் கணக்கிடப்பெறலாம். ஒரு சிறிய கொக்கியுடன் பொருத்தப் பெற்றுள்ள பந்து அதன் பின்னர் கறுப்பு நிறமாக்கப்பெற்று ஒரு கயிற்றில் தொங்கவிடப் பெறுகின்றது; இந்தக் கயிறு மழமழப்பான ஆணிகளின் வழியாகக் கடந்து செல்வதுடன் விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு மோட்டு மரச்சட்டத்தை அதன் நிலைக்குத்து நிலையினின்றும் ஒரு பக்கமாகவும் இழுக்கின்றது. கயிற்றினை எரித்துப் பந்தும் மோட்டு மரச் சட்டமும் ஒரே காலத்தில் விடுவிக்கப் பெறுகின்றன; இப்பொழுது பந்து மோட்டு மரச் சட்டத்தினைத் தாக்கும். தாக்கும் நிலையிலிருந்து, நாலிலொரு பகுதி மோட்டு மரச் சட்டக் காலத்தில் பந்து நிலைக்குத்தாக விழுந்த தூரம் கண்டறியப்பெறுதல் கூடும்.

அடியிற் காணும் விழுந்த தூரம் = $\frac{1}{2} g$ (விழும் நேரம்)^2 என்ற உறவினைப் பயன்படுத்தி g கணக்கிடப்பெறுதல் கூடும்.

8. ஓர் எறி பொருளின் பாதை[1]:

அடியிற் காட்டப்பெற்றுள்ள ஆய்கருவி ஓர் எறிபொருளின் கிடை மட்ட, நிலைக்குத்து நேர் வேகங்களின் சார்பின்மையைக் (Independence) காட்டுவதற்குப் பயன்படுத்தப் பெறுதல் கூடும். எறிபொருள் (Projectile) ஓர் உலோகத்துண்டாகும்; ஒரு மின்காந்தத்தினின்று தொங்கிக்கொண்டிருக்கும் தகரக்



குவளை இலக்காகின்றது. மின் காந்தத்தின் மின் சுற்றில் இரண்டு கம்பிகள் அடங்கியுள்ளன; இக் கம்பிகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும், அட்டைக் குழல் அச்சின் இருபுறமும், முனைக்கு அப்பால் 2·5 செ. மீ. நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறு உறுதியாகப் பிணைக்கப் பெற்றுள்ளது. ஒரு பழைய வெப்பமானிப் பெட்டி ஆய் கருவியின் இந்தப் பகுதிக்குப் பொருத்தமானது. ஒரு பெரிய கோளத் திரளைப்பு குழலினுள் வைக்கப்பெற்றுள்ளது; குறுகிய முனையினால் இது கீழே நழுவி விழுவதினின்றும் தவிர்க்கப் பெறுகின்றது. புறத்தே துருத்திக்கொண்டுள்ள கம்பிகளின்மீது படிந்திருக்கும் ஒரு சிறிய தாமிரக் கம்பியினால் மின் சுற்று நிறைவு செய்யப்பெறுகின்றது (Completed). குழல் இலக்கினை நோக்கியிருக்குமாறு அதனை ஒரு தாங்கியில் நிலையாகப் பொருத்துக. குழலை ஊதுக; பந்து துப்பாக்கியின் வாயினைக் கடக்கும்பொழுது அது தாமிரக் கம்பியினை அகற்றி அதன் இடத்தைப் பெற்று தகரக்குவளையினை விடுவிக்கின்றது. பந்தும் இலக்கும் வெளியில் (Mid-air) சந்திக்கின்றன. வெவ்வேறு கோணங்களையும் தூரங்களையும் பயன்படுத்தி இச் சோதனை திரும்பத் திரும்பச் செய்யப் பெறுதல் கூடும்.

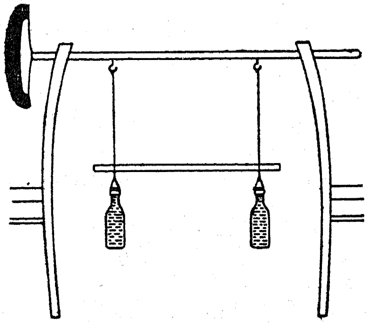
[1]McGraw - Hill Book Co. யின் இசைவு பெற்று Demonstration Experiments in Physics' என்ற நூலினின்றும் அப்படியே தரப்பெறுகின்றது.

9. ஓர் ஊசலியுடன் வேடிக்கை:

கிட்டத்தட்ட 8 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு கெட்டியான பந்தினைக் கயிற்றின்மீது மேசையின் மேற்புறம் இருக்குமாறு தொங்க விடுக. இந்தக் கயிறு குறைந்தது 1·5 மீட்டர் நீளமாகவும், மேசையின்மீது அமைதியாகவுள்ள ஒரு நூலுருளையில் வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு பென்சிலின் உச்சியைத் தாக்கக் கூடிய வாறும் சற்று மேசைக்கு அப்பால் அமைந்திருத்தல் வேண்டும். ஊசலியை இழுத்து வெளிப்புறமாக வரும் ஊசலாட்டத்தின் பொழுது பென்சிலைத் தவறவிட்டும் பின்னோக்கி வரும் ஊசலாட்டத்தில் அதனைத் தாக்குமாறும் அதனை விடுவித்திடுக. இதில் திறமையாக இருக்க வேண்டுமாயின் மிக அதிகமான பயிற்சி தேவைப்படும் என்பதை நீங்கள் அறிவீர்கள்.

10. இடம் பெயரும் ஊசலிகள்:

ஒரே பருமனுள்ள இரண்டு சோடா நீர்ப் புட்டிகளைப் பெறுக. அவற்றை நீரால் நிரப்பி



இறுக்கமாகத் தக்கையைப் போடுக. இரண்டு நாற்காலியின் பின்புறங்களின் குறுக்கே ஒரு

கோலினை வைத்திடுக. இந்தக் கோலினின்றும் இந்தப் புட்டிகளை ஊசலிகளாகத் தொங்க விடுக. அவை இரண்டும் ஒரே நீளமாக இருக்கின்றனவா என்பதை, உறுதி செய்து கொள்க.

ஓர் ஊசலியைப் பிடித்துக்கொண்டு மற்றொன்றினை ஆடுமாறு செய்திடுக; அதன்பிறகு முதலாவதனை அதன் சுழி நிலையில் (Zero point) தொங்குமாறு விடுவித்திடுக. விரைவில் ஆடிக்கொண்டிருக்கும் ஊசலி ஆடுவது மெதுவாகக் குறைந்து, அமைதி நிலையிலுள்ள மற்றொன்று ஆட்டத்தை மேற்கொள்ளுகின்றது.

C. மையம் விட்டோடும் விசை

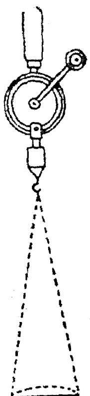
1. மையம் விட்டோடும் விசையை உணர்தல் :

சுமார் ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு கயிற்றில் ஓர் எடையைக் கட்டி புயத் தூரத்தில் அதனை விரைவாகச் சுழற்றுக. கயிற்றின்மீது வெளி நோக்கி இருக்கும் இழுப்பினை உற்று நோக்குக. இதுதான் மையம் விட்டோடும் விசை என்பது.

கயிற்றுக்குப் பதிலாக ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையை வைத்திடுக. இரப்பர்ப் பட்டையிலுள்ள எடையைக் கவனத்துடன் விரைவாகச் சுழற்றுக. இரப்பரில் உள்ள நீட்சியினை உற்று நோக்குக. இது மையம் விட்டோடும் விசையினால் ஏற்பட்டதாகும்.

2. எளிய சுழலும் பொறி :

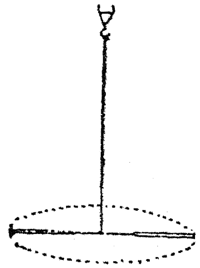
விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளதைப் போன்று நெஞ்சு–துளையிடும் பொறி அல்லது துளையிடும் கைப் பொறியொன்றினைக் கைவசப்படுத்துக. ஒரு சிறிய திருகு வளையம் (Screw eye) அல்லது கிண்ணக் கொக்கியினைத் துளையிடும் பொறியின் பிடியில் பற்றுமாறு செய்திடுக. ஓர் ஆணி (ஈட்டி)யின் கூரிய முனையில் 30 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கயிற்றினை இணைத்திடுக. கயிற்றின் மற்றொரு முனையில் ஒரு கண்ணியமைத்து அதனைத் துளையிடும் பொறியின் பிடியிலுள்ள திருகு காதுடன் இணைத்திடுக.



இப்பொழுது சுழற்சி முறை மாற்றுப் பொறியமைப்பால் துளையிடும் பொறியினை ஒரே ஒழுங்காகச் சுழலச் செய்திடுக. மையம் விட்டோடும் விசை எங்ஙனம் தொங்கவிடப்பெற்றுள்ள ஆணியைப் பாதிக்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

3. இரண்டு ஆணிகளுடன் ஒரு சோதனை :

மேற்கூறிய சோதனையிலுள்ளதைப் போலவே சுழலும் பொறிக்காக ஒரு துளையிடும்



பொறியினைப் பயன்படுத்துக. 15 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கயிற்றினை ஒவ்வொரு கூரிய முனையிலும் இணைத்து இரண்டு ஆணிகளையும் சேர்த்திடுக. ஆணிகளைச் சேர்க்கும் கயிற்றின் மையத்தினைப் பிடித்து அதனை ஒரு துளையிடும் பொறியின் பிடியிலிருந்து வரும் கயிற்றுடன் இணைத்திடுக. துளையிடும் பொறியின் சுழற்சி முறை மாற்றுப் பொறியமைப்பினை ஒரே ஒழுங்காகச் சுழலச்செய்து இரண்டு ஆணிகளின்மீது மையம் விட்டோடும் விசையின் விளைவினை உற்றுநோக்குக.

4. ஒரு வளையத்தைக்கொண்டு மையம் விட்டோடும் விசை :

கிட்டத்தட்ட 6 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஓர் இரும்பு வளையத்தைக் கைப்பற்றி அதனைத் துளையிடும் பொறியிலுள்ள கயிற்றுடன் இணைத்திடுக. விளைவுகளை உற்றுநோக்குக.

5. ஒரு தகரக் குவளை மூடியைக்கொண்டு மையம் விட்டோடும் விசை :

ஒரு தகரக் குவளையின் மூடியின் விளிம்பினருகில் ஒரு துளையினை இடுக. துளையிடும் பொறியி

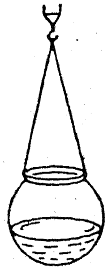
லுள்ள கயிற்றுடன் அதனைப் பிணைத்துச் சுழற்சியின் விளைவுகளை உற்றுநோக்குக.

6. ஓர் உருண்டை மணிச் சங்கிலியைக்கொண்டு மையம் விட்டோடும் விசை :

மின்விளக்குப் பொத்தான்களில் (Switches) அல்லது சாவி வளையங்களில் இழுப்புக் கயிறாக வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்பெறுவதைப் போன்ற ஓர் உருண்டை மணிச் சங்கிலியைக் கைப்பற்றுக. இரண்டு முனைகளையும் பிணைத்து ஒரு வளையமாகச் செய்திடுக. துவையிடும் பொறியிலுள்ள கயிற்றுடன் இதனை இணைத்து மையம் விட்டோடும் விசையின் விளைவுகளை உற்றுநோக்குக.

7. ஒரு திரவத்தைக்கொண்டு மையம் விட்டோடும் விசை :

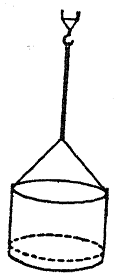
ஒரு சிறிய பொன்மீன் கிண்ணம் அல்லது கண்ணாடிச் சாடியினைப் பெறுக. அதன் கழுத்தைச் சுற்றிலும் ஒரு கம்பியினை உறுதியாக இறுகக் கட்டுக. இந்தக் கம்பியுடன் ஒரு சிப்



பத்தை (Block) இணைத்திடுக. இச் சிப்பத்தின் சரியான மையத்துடன் துவையிடும் பொறியின் பிடியினின்றும் வரும் கயிற்றினை இணைத்திடுக. கிண்ணத்தில் கிட்டத்தட்ட 3 செ. மீ. அளவு மையினால் நிறம் ஊட்டப்பெற்ற நீரினை வைத்திடுக. கிண்ணத்தையும் நீரினையும் சுழலச் செய்வதற்குத் துவையிடும் பொறியின் கைப்பிடியைச் சுழற்றுக. நீரின்மீது மையம் விட்டோடும் விசையின் விளைவுகளை உற்றுநோக்குக.

8. நீரைக்கொண்டு மற்றொரு சோதனை :

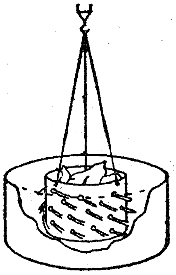
கிட்டத்தட்ட 8 செ. மீ. ஆழமும் 12 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமும் உள்ள ஒரு தகரக் குவளையை விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு தொங்கவிடுக. கிட்டத்தட்ட



3 செ. மீ. நீரினைக் குவளையில் ஊற்றித் துவையிடும் பொறியினைச் சுழற்றுக. நீருக்கு என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

9. மையம் விட்டோடும் விசையாலியங்கும் ஆடை உலர்த்தி (Clothes dryer) எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது ? :

மேலே இறுதிச் சோதனையில் பயன்படுத்தப்பெற்ற குவளையைப்போன்ற ஒரு தகரக்குவளையினையே பயன்படுத்துக. ஓர் ஆணியைக் கொண்டு அதன் பக்கங்களில் நிறையத் துளைகளை இடுக. குவளையின் மேல் விளிம்பின் அருகில் சம தூரத்திலிருக்குமாறு மூன்று துளை



களை இடுக. மூன்று கயிறுகளைக்கொண்டு குவளையைத் தொங்கவிட்டு, இந்த மூன்று கயிறுகளையும் துவையிடும் பொறியின் பிடியிலுள்ள திருகுக் காதுடன் இணைத்திடுக. ஓர் அட்டையினைக்கொண்டு ஓர் உருளையினை அமைத்திடுக; அல்லது குவளையைவிடச் சற்று ஆழமாகவும் அதிக அகலமாகவும் உள்ள ஒரு தொட்டியினைக் கண்டுபிடித்திடுக. துவையிடும் பொறியுடன் இணைக்கப்பெற்று குவளையில் ஒரு நனைந்த துண்டுத் துணியை வைத்திடுக. குவளையை உருளையில் அல்லது தொட்டியில்

தாழ்த்தி அதனைத் துளையிடும் பொறியினைக் கொண்டு விரைவாகச் சுழலுமாறு செய்க. மையம் விட்டோடும் விசையினால் துணியி னின்றும் குவளையினின்றும் நீர் சிதறப் பெறுகின்றது.

10. நீர் சிதறாது:

ஒரு சிறிய வாளியைக் கைப்பற்றி, அதைக் கிட்டத்தட்ட முற்றிலும் நீரினால் நிரப்புக. புய நீளத்தில் அதனை வேகமாக ஊசலாட்டுக; மையம் விட்டோடும் விசையின் காரணமாக நீர் வாளியினின்றும் கொட்டாது.

11. மையம் விட்டோடும் விசையுடன் வேடிக்கை:

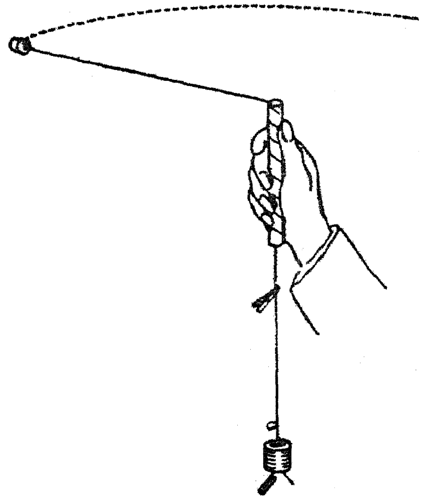
கம்பியாலான மேலங்கி தொங்கவிடப்படும் சாதனம் (Wire coat hanger) ஒன்றைக் கைவசப்படுத்தி அதன் கொக்கியை உங்கள் முதல் விரலின்மீதும் அதன் அடிப்பாகம் ஒரு மேசையின்மீதும் படியும்படி வைத்திடுக. அடி மட்டத்திலுள்ள நேரான கம்பியின்மீது கொக்கி யின்கீழ் ஒரு சிறிய நாணயத்தைக் கவனத் துடன் சமநிலையிலிருக்குமாறு அமைத்திடுக. இதற்குச் சிறிது திறன் தேவைப்படும். தேவைப்பட்டால் ஓர் அரம் அல்லது சுத்தி யினைக்கொண்டு குறுக்குச் சட்டத்தில் ஒரு சிறிய இடத்தை மட்டமாக்குக.

உங்களுடைய விரலின்மீது தொங்கும் சாத னத்தையும் நாணயத்தையும் மெதுவாக ஊச லாட்டத் தொடங்குக. அஃது ஒரு சிறிதளவு இயக்கத்தைப்பெற்றதும், பழக்கத்தினால் நீங் கள் ஒரு வட்டத்தில் அச்சாதனத்தை வட்ட மாக ஊசலாட்டுதல் கூடும்; இப்பொழுது நாணயம் மையம் விட்டோடும் விசையினால் கம்பியுடன் பிடித்துக்கொள்ளப்பெறும்.

12. மையம் நாடும் விசை:

சர் ஐசாக் நியூட்டன் என்பார் மேற்கூறிய விளைவுகளை முதன்முதலாக மற்றொரு விதமாகக் கண்டார். ஒரு நேரான கோட்டில்தான் இயக் கம் மிகவும் இயல்பானது என்றும், இந்த வகை இயக்கத்தினின்றும் விலகிச் செல்வது பொருளை நேர் கோட்டினின்றும் இழுக்கும் ஒரு விசையின் விளைவு என்றும் அவர் வகுத்தார். ஒரு நிலையான புள்ளியினின்றும் விசை பொருளின்மீது செயற்படுங்கால், அத்தகைய ஒரு பொருள் ஒரு வட்டத்தில் இயங்குகின்றது; மையத்தை நோக்கியுள்ள விசை மையம் நாடும் விசை (Centripetal force) என்று வழங்கப் பெறுகின்றது.

விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள ஆய் கருவியினால் வட்ட இயக்கம் (Circular motion) ஆராயப்பெறுதல்கூடும். வெவ்வேறு ஆரங் களாலும் அதிர்வு-எண்ணாலும் உண்டாக்கப்



பெறும் வட்ட இயக்க விசை அளக்கப்பெறுதல் கூடும். 15 செ. மீ. நீளமும் கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. வெளிக் குறுக்குவிட்டமும் உள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழல் துண்டினை வெட்டி எடுத் திடுக. குழலின் சுவர்கள் மழமழப்பாக உரு ளும் வரையிலும் அதன் ஒரு முனையை ஒரு புன் சென் சுவாலையில் வைத்துச் சூடாக்குக. கண் ணாடிக் குழலின் வெளிப்புறத்தினைச் சுற்றிலும் நழுவாமல் பிடி அமைவதற்காக இரண்டு அடுக்கு ஒட்டு நாடாவினைச் சுற்றிப் போர்த் துக. கிட்டத்தட்ட 1.5 மீட்டர் நீளமுள்ள நைலான் பின்னல் கயிற்றின் ஒரு முனையுடன் ஓர் இரு-துளையுள்ள இரப்பர் அடைப்பானைக் கட்டுக. அக் கயிற்றின் மற்றொரு முனையைக் குழலின் அச்சின்கீழ் செலுத்தி அதில் ஆறு 1 செ. மீ. தட்டை இரும்பு வளையங்களைத் (Iron washers) தொங்கவிடுக. ஒரு காகிதத்தைப் பிணைக்கும் கம்பிச் சாதனம் எடை தூக்கியாகப் (Weight - carrier) பயன்படுத்தப்பெறலாம்.

குழலின் உச்சியிலிருந்து தக்கை வரையில் 1 மீட்டர் தூரம் இருக்குமாறு கயிற்றினை இழுத்திடுக. கண்ணாடிக் குழலை இறுகப் பற்றிக் கொண்டு உங்களுடைய தலைக்குமேல் ஒரு சிறிய வட்டத்தில் சுழலுமாறு ஊசலாட்டுக; இதனால் இரப்பர் அடைப்பான் ஒரு கிடைமட்ட வட்டத்தில் இயங்குகின்றது; இரும்பு வளையங்களின்மேலுள்ள கவர்ச்சி ஆற்றலின் விசை, அடைப்பான் ஒரு கிடைமட்ட வட்டத்தில் இயங்கிக்கொண்டிருப்பதற்குத் தேவையான கிடை மட்ட விசையினை அளிக்கின்றது. இயக்கம் ஒழுங்காக இருக்கின்றதா என்பதைச் சரிபார்க்கவும், பல்வேறுபட்ட எண்ணிக்கையுள்ள வளையங்கள் தூக்கியினின்றும் தொங்கவிடப் பெறும்பொழுது 1 மீட்டர் ஆழமுள்ள பாதையில் உடல் இயங்குமாறு வைப்பதற்குத் தேவையான சுற்றின் அதிர்வு-எண்ணைப் பதிவு செய்வதற்கும் ஒரு சிறிய முதலைக் கவ்வியைப் (Alligator clip) பயன்படுத்துக.

F என்ற அதிர்வு-எண்ணை மாருத நிலையில் வைத்துக்கொண்டு, $F = m\ 4\ \pi^2\ f^2\ R$ என்ற உறவுகூட சோதிக்கப்பெறுதல் கூடும். இஃது ஓரளவு சிறிது அதிகமான சங்கடத்தைத் தருகின்றது; ஆனால், ஒரு பொருத்தமான எளிய ஊசலி இரண்டு சோதனைகளிலும் குறிப்பாகத் துணை செய்கின்றது.

D. சடத்துவம்பற்றிய சோதனைகள்

1. ஒரு புட்டியும் கோலியும் :

ஓர் அகன்ற வாயுள்ள ஒரு புட்டியினுள் சிறிதளவு மணலைப் போடுக. சுமார் 5 செ. மீ. சதுரமுள்ள ஓர் அட்டைத் துண்டினைப் புட்டியின் வாயின்மீது வைத்திடுக. கோலியை அட்டையின்மீது அமைத்து, அதன் பிறகு அட்டையின் விளிம்பினைத் தட்டுக. இச் சோதனை வெற்றியடைவதற்குச் சிறிதளவு பயிற்சி தேவைப்படலாம்; அப்பொழுது அட்டை இயக்க நிலையில் அமைக்கப்பெற்றுப் பறந்து செல்லும்; ஆனால் கோலியின் சடத்துவம் அதனைப் புட்டியினுள் விழும்படிச் செய்கின்றது.

2. சடத்துவத்தின் துணையால் ஆணியைச் செலுத்தல் :

ஒரு மேசையின் விளிம்பின்மீது ஒரு மெல்லிய பலகையை நீட்டி, யாரையாவது ஒருவரை மேசையின்மீது நிற்கச்செய்து பலகையைத் தாங்குமாறு அமைக்க. மேசையினால் தாங்கப்பெருத பலகையினுள் அதன் ஓரத்தருகில் ஓர் ஆணியை அறைய முயலுக. அடுத்து, யாரையாவது ஒருவரைப் பலகையின் அடியில் ஒரு சுத்தி அல்லது கல்லைப் பிடித்துக்கொள்ளச் செய்க. எடையின் சடத்துவத்தின் காரணமாக இப்பொழுது ஆணியை அறைவது எளிதாக உள்ளது என்பதை உற்றுநோக்குக.

3. சடத்துவத்தினால் ஓர் ஆப்பிள் பழத்தை இரு பகுதிகளாக வெட்டுக :

ஒரு செதுக்கும் கத்தி போன்ற ஒரு நீண்ட கூரிய கத்தியைக் கைவசப்படுத்துக. கத்தியினால் ஆப்பிளின் இரு பகுதிகளையும் கத்தியோடு சேர்த்து எடுக்கும்படி அதனுள் வெட்டுக. கத்தியின் நுனிப்பகுதி அதன்மீது தட்டுவதற்குப் போதுமான நீளம் உள்ளதா என்பதை உறுதி செய்துகொள்க. இப்பொழுது ஒரு கையில் ஆப்பிள் பழத்தையும் கத்தியையும் உறுதியாகப் பிடித்துக்கொண்டு ஒரு குச்சியால் கத்தியின் நுனியை வேகமாகத் தாக்குக. ஆப்பிள் பழத்தின் சடத்துவத்தின் காரணமாகக் கத்தி பழத்தினூடே இயங்கிச் செல்லும்.

4. ஒரு கைக்குட்டையையும் குவளையையும் கொண்டு சடத்துவம் :

மழமழப்பான ஒரு மேசையின்மீது ஒரு கைக்குட்டையை விரித்திடுக. கைக்குட்டையின் ஒரு மூலையருகில் நீரால் நிரம்பியுள்ள ஒரு குவளையை (Tumbler) வைத்திடுக. கைக்குட்டையின் எதிர் முனையை உயர்த்தி அதனைச் சுண்டி இழுக்க. இப்பொழுது குவளை அப்படியே நிற்கும்; நீர் சிதருது.

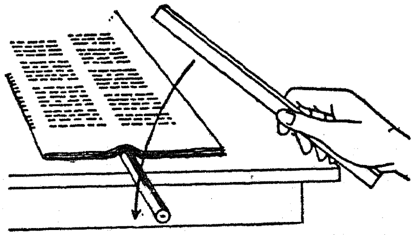
5. புத்தகக் குவியலில் சடத்துவம் :

ஒரு புத்தகக் குவியலை அமைத்திடுக. குவியலின் அடிமட்டத்திலுள்ள ஒரு புத்தகத்தை

இறுகப்பற்றிக்கொண்டு வேகமாகக் குலுக்குக. உச்சிவரையில் குவியல் முழுவதையும் நிலை குலையாமல் அப்புத்தகத்தை உங்களால் அகற்றக் கூடுமா ?

6. சடத்துவத்தைக்கொண்டு ஒரு குச்சியை உடைத்திடுக :

18 லிருந்து 20 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு சிறிய குச்சியைக் கைவசப்படுத்துக. எந்தக் குச்சியும் கிடைக்காவிட்டால் காகிதப் பென்சில் ஒன்று இதற்குப் போதுமானது. ஒரு செய்தித்தாளை மடித்து அதனை ஒரு மேசையின் விளிம்பருகில் வைத்திடுக. மேசையின்மீது செய்தித்தாளுக்கு



அடியில் அக்குச்சியை வைத்திடுக; கிட்டத்தட்டக் குச்சியின் பாதி அளவு ஓரத்திற்கு வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கட்டும். வேருெரு குச்சியினல் இக்குச்சியை வேகமாகத் தாக்குக. சடத்துவத்துவம் மேசையின்மீதுள்ள குச்சி இரண்டு பகுதிகளாக உடையக் காரணமாகின்றது.

7. மண்வெட்டியைக்கொண்டு சடத்துவம் :

ஒரு மண்வெட்டி நிறைய உலர்ந்த மண்ணைத் தோண்டி எடுத்திடுக. அந்த மண்ணை அப்பால் தூக்கி எறிந்திடுக. மண்வெட்டி நிற்கும்பொழுது சடத்துவத்தின் காரணமாக மண் பறந்து செல்வதை உற்றுநோக்குக.

8. ஒரு மிதிவண்டியின்மீது சடத்துவம் :

உங்கள் மிதிவண்டியைச் செலுத்தி, பின்னர் விரைவாக வண்டியை நிறுத்தும் சாதனத்தை (Brake) இயக்குக. உங்களுடைய உடல் இயக்க நிலையில் இருக்கும் போக்கையும் கைப்பிடிச் சட்டங்கள்வரை தூக்கியெறியப்பெறுதலையும் நீங்கள் உற்றுநோக்குங்கள். இஃது உங்கள் உடலின் சடத்துவத்தினுல் நேரிடும் விளைவாகும்.

9. ஒரு காரில் சடத்துவம் :

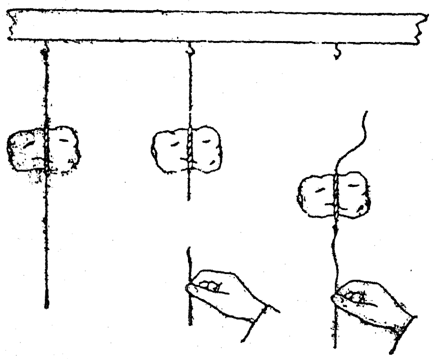
நீங்கள் ஒரு காரைக் கடவிச் செல்லும் பொழுது அது திடீரென நிறுத்தப்பெறுங்கால் 8-வது சோதனையிலுள்ள விளைவைப்போன்ற அதே விளைவினையே நீங்கள் உற்றுநோக்குதல் கூடும். நீங்கள் இருப்பிடத்தினின்றும் நழுவி விழாமலிருப்பதற்கு உடலுக்கு வலுவூட்ட வேண்டிய நிலையிலிருப்பீர்கள். உங்கள் உடல் காருடன் இயக்கநிலையிலுள்ளது; கார் நிறுத்தப்பெற்ற பிறகும் அஃது இயக்க நிலையினையே நாடி நிற்கின்றது.

நீங்கள் உட்கார்ந்திருக்கும் அமைதி நிலையியிலுள்ள ஒரு கார் திடீரென்று புறப்படுவதற்கு இயக்கப்பெறும்பொழுது, சடத்துவத்தின் காரணமாக நீங்கள் பின்னேக்கித் தூக்கியெறியப்பெறுவதை உற்றுநோக்குக. உங்கள் உடல் அமைதி நிலையிலுள்ளது; கார் புறப்படுவதற்கு இயக்கப்பெறும்பொழுதும் அஃது அமைதி நிலையினையே நாடி நிற்கின்றது.

10. ஒரு கல்லைக்கொண்டு சடத்துவம் :

இந்தச் சோதனைக்குக் கிட்டத்தட்ட 1 கிலோ கிராம் எடையுள்ள கல்லொன்று உங்கட்குத் தேவைப்படும். ஒரு பளுவான கயிருென்றினைக் கல்லைச் சுற்றிக் கட்டுக. இப்பொழுது கல்லின் எதிர்ப் பக்கங்களில் அரை மீட்டர் நீளங்களுள்ள மெல்லிய கயிற்றினை இணைத்திடுக. கல் தொங்கவிடப்பெறும்பொழுது மெல்லிய கயிறு அக்கல்லைத் தாங்குவதற்குப் போதுமோ போதாதோ என்ற அளவு பலமுடையதாக இருத்தல்வேண்டும். அடுத்து, ஒரு மேசையின் மேற்பரப்புக்குமேல் அக்கல்லைத் தொங்கவிடுக. பாறை மேசையின்மீது தாக்குங்கால் அதன் மேற்புறம் வடுவுருமலிருப்பதற்குக் கல்லின் அடிப்புறத்தில் மேசையின் மீது ஒரு பலகையை வைத்திடுக. கயிற்றின் கீழ்முனையை உறுதியாகப் பிடித்துக்கொண்டு வேகமாகக் குலுக்குக. இச் சோதனை வெற்றியடைந்தால், கீழுள்ள கயிறு அறுந்து அக்கல்லைத் தொங்கும் நிலையிலேயே விட்டுவிடும். கல்லின் சடத்துவம் இதனை விளைவித்தது. இப்பொழுது எஞ்சியுள்ள கீழ்க் கயிற்றினைப் பிடித்துக் கொண்டு ஒரே நிலையாக இழுத்திடுக. இப்பொழுது மேலுள்ள கயிறு அறுந்து கல் மேசையின்மீது

விழுகின்றது; வேகமான குலுக்குதலுக்குப் பதி



லாக ஒரே ஒழுங்காக விசை செலுத்தப் பெற்றதால், அது கல்லை இயக்க நிலையில் வைக்கின்றது.

11. வேகவைத்த முட்டையை எங்ஙனம் அடையாளம் காண்பது ? :

ஒரு புதிய முட்டையினையும் வேகவைத்த (Hard boiled) ஒரு முட்டையினையும் கைப்பற்றுக. ஒரு சாறுணும் தட்டில் அல்லது சாதாரணத் தட்டில் அவை ஒவ்வொன்றையும் வைத்துச் சுழற்றி விடுக. வேகவைத்த முட்டை அதிக நேரம் சுழலுவதை உற்றுநோக்குக. புதிய முட்டையிலுள்ள திரவப் பொருள் அதனை விரைவில் அமைதி நிலைக்குக் கொணர்கின்றது.

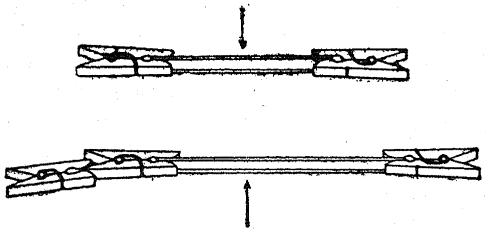
E. விசையும் இயக்கமும்

1. ஓர் இலேசான பொருள் வேகமாக நகர்கின்றது :

ஒரு சுண்ணக் காம்பினைக்கொண்டு ஒரு மேசையின் உச்சியின்மீது ஓர் அரை மீட்டர் நீளமுள்ள கோடு வரைந்திடுக. இதனைச் சமமான சென்டிமீட்டர்களாகப் பிரித்திடுக. ஒரு நீண்ட இரப்பர்ப் பட்டையினையும் இரண்டு வில் அமைப்புள்ள ஆடைக் கவ்விகளையும் (Spring cloth pegs) கைப்பற்றுக. இரப்பர்ப் பட்டையின் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஓர் ஆடைக் கவ்வியினை இணைத்திடுக. இப்பொழுது ஆடைக் கவ்விகள் மேசையின்மீது அமைதி நிலையில் இருக்கும்பொழுது அவற்றைக் கையினால் பிடித்துக் கொள்க. அவற்றை மேசையின் உச்சியின்மீது கோடிட்ட இடத்தில் வைத்திடுக. இரப்பர்ப் பட்டையினைச் சுமார் 15 செ. மீ. நீளத்திற்கு இழுத்து ஒவ்வொரு ஆடைக் கவ்வியினையும் ஒரே சமயத்தில் விட்டு விடுக. அவை இரண்டும் பாதி வழியில் சந்திப்பதை உற்றுநோக்குக.

அடுத்து, இரப்பர்ப் பட்டையின் ஒரு முனையில் இரண்டு ஆடைக் கவ்விகளையும் மற்றொரு முனையில் ஓர் ஆடைக் கவ்வியினையும் இறுகப் பற்றுவித்திடுக. இரப்பர்ப் பட்டையினைச் சுமார் 24 செ. மீ. தூரத்திற்கு இழுத்து விடுவித்து விடுக. இத் தடவையில் அவை எங்குச் சந்திக்கின்றன ?

இரப்பர்ப் பட்டையின் ஒவ்வொரு முனையிலும் இரண்டு ஆடைக் கவ்விகளை இணைத்து இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. அவை எங்குச் சந்திக்கின்றன ?



மீண்டும் ஒரு முனையில் மூன்றும் மற்றொரு முனையில் இரண்டுமாக ஆடைக் கவ்விகளை இணைத்து இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க. இத்தடவையில் அவை எங்குச் சந்திக்கின்றன?

இச் சோதனையினின்றும் ஒரு முடிவினை நீங்கள் அடைதல் கூடுமா ?

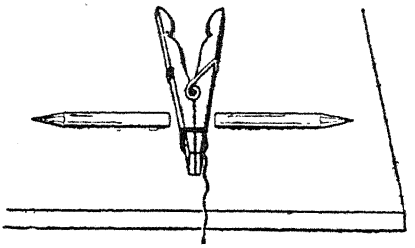
2. விசையுடனும் இயக்கத்துடனும் ஒரு சோதனை :

நீண்ட முனைகளில் நூலினை ஒரு சுற்றுச் சுற்றி ஒரு வில் அமைப்புடைய ஆடைக் கவ்வியைத் திறந்த நிலையில் கட்டுக. ஒரு நீண்ட மேசையின் மையத்தில் ஆடைக் கவ்வியை வைத்துக் கிட்டத்தட்ட சம அளவும் எடையும் உள்ள இரண்டு பென்சில்களை ஆடைக் கவ்வியின் கட்டப்பெற்ற முனைக்கு இரு புறங்களிலும்

பக்கத்திற் கொன்றாக இருக்குமாறு வைத்திடுக. கவனமாக நூலை எரித்துப் பென்சில்களை உற்றுநோக்குக. அவற்றிற்கு வேகங்கள் எதிர்த் திசைகளில் தரப்பெறுகின்றன.

கிட்டத்தட்டச் சம அளவும் எடையும் உள்ள இரண்டு பெரிய பென்சில்களைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? இவற்றை முதல் விளைவுகளுடன் ஒப்பிடுக.

பெரியதும் பளுவானதுமான ஒரு பென்சிலை ஒரு பக்கத்திலும் சிறியதும் இலேசானதுமான ஒரு பென்சிலை மற்றொரு பக்கத்திலுமாக



வைத்து இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்?

சில உலோகக் குண்டுகளையும் கோலிகளையும் நீங்கள் கைவசப்படுத்தக் கூடுமாயின், உலோகக் குண்டுகளையும் கோலிகளையும் வெவ்வேறு சேர்க்கைகளில் பயன்படுத்திச் சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்க.

இந்தச் சோதனையினின்றும் உங்களால் ஒரு முடிவுக்கு வர முடிகின்றதா?

3. தள்ளு விசைகளில் இயக்கமும் எதிரியக்கமும்:

விசைகள் இணையாகச் செயற்படுகின்றன. நீங்கள் ஒரு சுவரை எதிர்த்துத் தள்ளுவீர்களாயின், சுவரும் தசம அளவு விசையுடன் உங்களை எதிர்த்துத் தள்ளுகின்றது. சதுரத் தட்டுகளுடைய இரண்டு சமையலறை வில் தராசுகளைக் கைவசப்படுத்துக. அளவை முகப்புகள் (Dial faces) மேல் நோக்கியிருக்குமாறு இரண்டு தட்டுகளையும் சேர்த்து வைத்திடுக. நீங்கள் ஒரு தராசினை அமுக்கும் பொழுது மற்றொன்றினை யாராவது ஒரு மாணாக்கனைக்கொண்டு அமுக்கச் செய்க. நீங்கள் இருவரும் தட்டுகளை அமுக்கும்பொழுது இரண்டு தராசுகளும் ஒரே அளவினைக் காட்டுவதை உற்றுநோக்குக.

4. இழுப்பு விசைகளில் இயக்கமும் எதிரியக்கமும்:

இரண்டு வில் தராசுகளைக் கைவசப் படுத்துக. ஒரு வலுவான குட்டைக் கயிற்றின் ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு கண்ணியை அமைத்திடுக. ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு வில் தராசினை இணைத்து இரண்டு மாணாக்கர்களைக் கொண்டு எதிர்த் திசைகளில் இழுக்குமாறு செய்க. ஒவ்வொரு தராசிலும் அளவைக் குறித்து அந்த அளவுகளை ஒப்பிடுக.

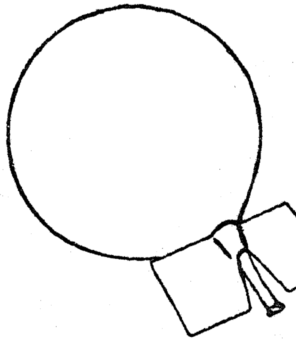
5. சறுக்குக் கட்டை உருளையுடன் (Roller skates) இயக்கமும் எதிரியக்கமும்:

ஒரு சறுக்குக் கட்டை உருளையை ஒரு மழமழப்பான தரையின்மீது வைத்திடுக. ஒரு காலடியைச் சறுக்குக் கட்டை உருளையின்மீது வைத்துக்கொண்டு மற்றொரு காலடியை ஒரு தப்படி முன்னோக்கி வைத்திடுக. சறுக்குக் கட்டை எதிர்த்திசையில் பின்னோக்கி நகர்வதை உற்றுநோக்குக.

6. ஒரு படகில் இயக்கமும் எதிரியக்கமும்:

கட்டப்பெறாத ஒரு துடுப்புத் தள்ளும் படகினின்றும் நிலப்பகுதிக்குத் தாண்டும் பொழுது படகு எதிர்த்திசையில் நகர்வதை உற்றுநோக்குக.

7. இயக்கத்தாலும் எதிரியக்கத்தாலும் பீச்சுகுழல் முறை முன்தள்ளும் இயக்கம் நிகழக் கூடியதாகச் செய்யப்பெறுகின்றது:



சிறிய அட்டையாலான நிலைக்கச் செய்யும் சாதனம் (Stabilizer) ஒன்றை ஒட்டும் நாடா

E. **விசையும் இயக்கமும்**

வினைக்கொண்டு ஒரு பலூனின் கழுத்துடன் இணைத்திடுக. பலூனைக் காற்றடித்து உப்பக் செய்து உங்களுடைய விரல்களால் பலூனின் வாயினை அடைத்துக் கொள்க. பலூனில் அழுக்கத்திலுள்ள காற்று விடுவிக்கப்பெறும் பொழுது வெளியே தப்பியோடும் காற்றின் விசையால் பலூன் முன்னோக்கித் தள்ளப்பெறுகின்றது. இராக்கெட்டுக்களிலும் ஜெட் பொறிகளிலும் இந்தத் தத்துவம்தான் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றது.

இயல் 12

ஒலிபற்றிய படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

இந்த இயலில் ஒலியைப்பற்றிய கவர்ச்சிகரமானவையும் அன்றாட அனுபவங்களுடன் தொடர்புள்ளவையுமான அடிப்படை விதிகளையும் தொடக்க நிலையிலுள்ள சோதனைகளையும் பிள்ளைகள் காண்பர்.

A. ஒலி எவ்வாறு உண்டாக்கப்பெற்றுச் செலுத்தப்பெறுகின்றது?

1. பல்வேறு ஒலிகள் :

இயன்றால் சோதனைகளின்மூலம் பல்வேறு ஒலிகளின் பெயர்களைக் கூறுமாறு மாணுக்கர்கட்குப் பயிற்சி தருக. (எ. டு.) உடைந்து சிதறுதல் (கண்ணுடித் தட்டு விழுந்து உடைதல்); மெத்தென விழும் ஒலி (எடை விழுதல்); உலோகம் அடிபடுவது போன்ற ஒலி (சுத்தியால் இரும்புத் தகட்டினை அடிக்கும்போது உண்டாகும் ஒலி); சட சட வொலி (தகரக் குவளைகள் விழுங்கால் ஏற்படுவது); பட பட வென்று வெடித்தல் ஒலி (ஈரமான மரம் நெருப்பில் எரியும்பொழுது உண்டாக்குவது); 'டிக்' 'டிக்' ஒலி (கடிகாரம்); கடித்து அரைப்பது போன்ற ஒலி (சரளைக் கற்களின்மீது நடக்கும்போது உண்டாவது); நீர் சிதறும் ஒலி (கல் நீரினுள் விழுங்கால் உண்டாவது); 'பாப்' ஒலி (விளையாட்டுத் துப்பாக்கி இயங்கும்போது உண்டாவது) ; பறையொலி (பறையொலிக்கும்போது உண்டாவது); தடாலென மூடும் ஒலி (கதவு) ; சடசட ஒலி (தள வரிசையின்மீது மழைத்துளிகள் விழுவதால் ஏற்படுவது); நடந்து செல்லும் ஒலி (காலடிகள்); சலசல ஒலி (இலைகளால் ஏற்படுவது); கலகலவென்ற ஒலி (இடியினுல் ஏற்படுவது, பாம்பினுல் ஏற்படுவது); கட கட வென முழங்கும் ஒலி (தொலைவிலுள்ள இடி முழங்குவதால் உண்டாவது); முரலுதல் (தேனீக்களின் ஒலி); மணியொலி (கண்ணுடிப் பாத்திரத்தில் கரண்டியை அடித்தலால் உண்டாவது); கனைத்தல் (குதிரை உண்டாக்கும் ஒலி) ; ஆட்டின் கத்தல் ஒலி (ஆடு) ; கொக்கரிப்பு (பெட்டைக் கோழியின் ஒலி) ; பசுவின் கதறல் (கால் நடைகள்) ; கீச்சிடுதல் (பறவைகளின் அரவம்) ; சீறுதல் (வான ஊர்தி செய்யும் ஒலி) ; சீழ்க்கையொலி, புலம்பல் ஒலி முதலியவை.

இந்த ஒலிகளைத் தாங்களும் அப்படியே உண்டாக்குவதால் பிள்ளைகள் வேடிக்கை பெறுகின்றனர். இவ்வொலிகளை விளக்கும் சரியான சொற்களை அகராதி (நிகண்டுகள், பேரகராதி) முதலியவற்றில் காண்பதற்கு மாணுக்கர்கட்குத் துணைபுரிக.

2. அதிர்வடையும் பொருள்கள் ஒலியை உண்டாக்குகின்றன :

ஒரு வரைகோலின் ஒரு கோடியின் அருகிலுள்ள துளையில் ஒரு தடித்த கயிற்றின் கண்ணியைக் கட்டுக. கண்ணியை விரல்களால் பிடித்துக் கொள்க. ஒரு நிலைக்குத்தான வட்டத்தில் வரைகோலை ஊசலாட்டுக. அதனை விரைவாகச் சுழற்றுக. என்ன ஒலி உண்டாக்கப்பெறுகின்றது? வெவ்வேறு அளவுள்ள (பருமனுள்ள) வரைகோல்களையும் கண்ணிகளையும் பயன்படுத்தி இச் சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. இதனை எளிதாக்கும் பொருட்டு உங்கள் விரல்கட்குப் பதிலாக வேருெரு வரைகோல் அல்லது ஒரு மரக்கோலினைப் பயன்படுத்துக.

3. 'ஆ' என்று வியப்புடன் கூறுக. அதனைத் தொடர்ந்து சொல்லி நீட்டிக்கொண்டே உங்கள் காற்றுக் குழலைத் தொட்டு உணர்க. எஃது அதிர்வுகளை உண்டாக்குகின்றது? நீங்கள் பேசும்பொழுதும், பாடும்பொழுதும், சீழ்க்கையடிக்கும்பொழுதும் அக்குழலைத் தொட்டுணர்க.

4. கிட்டத்தட்ட ஒரு வரைகோலின் முக்கால் பகுதி மேசையின் ஓரத்திற்கு வெளியே துருத்திக்கொண்டிருக்குமாறு அதனை ஒரு மேசையின்மீது வைத்திடுக. இப்பொழுது மேசையின்மீதுள்ள அதன் முனையைப் பிடித்

துக் கொள்க. மற்ற முனையை வளைத்து விரைவாக விட்டுவிடுக. வரைகோல் மேலும் கீழுமாக அதிர்வடைகின்றது. நீங்கள் என்ன ஒலியைக் கேட்கின்றீர்கள் என்பதைக் கவனித்திடுக. மீண்டும் வரைகோலின் பாதி மேசையின் ஓரத்திற்கு வெளியே துருத்திக்கொண்டிருக்குமாறு வைத்திடுக. சோதனையைத் திரும்பச் செய்திடுக. மீண்டும் நீங்கள் கேட்கும் ஒலியைக் கவனித்திடுக. முன்னர்க் கேட்கப்பெற்றதினின்றும் இது வேருக உள்ளதா? அளவுகோலின் வெவ்வேறு நீளங்கள் மேசையின் ஓரத்திற்கு வெளியே துருத்திக்கொண்டிருக்குமாறு வைத்து இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

இந்த அனுபவங்களினின்றும் ஒருவர் ஒலி அதிர்வுகளால் உண்டாகின்றது என்ற முடிவிற்கு வரலாம். அதிர்வடையும் பொருள்கள் காற்றில் அதிர்வுகளை உண்டாக்குகின்றன; அவை உங்கள் காதைத் தாக்குகின்றன; நீங்கள் ஓர் ஒலியைக் கேட்கின்றீர்கள்.

5. அதிர்வடையும் பொருளின் உட்கோள் :

ஒரு காரீயத்துண்டு அல்லது இரும்புத் துண்டு அல்லது ஒரு சிறிய மைப் புட்டி போன்ற ஒரு சிறிய பளுவான பொருளைக் கைவசப்படுத்துக. சுமார் 1 மீட்டர் நீளமுள்ள கயிற்றின் ஒரு முனையில் அப்பொருளைக் கட்டுக. இப்பொழுது கயிற்றின் மற்றொரு முனையை வாயிற்படி வழியின் உச்சியில் கட்டி அப்பொருளைத் தொங்கவிட்டு, ஓர் ஊசலியினை அமைத்திடுக. ஓர் ஊசலியைப்போல் அப்பொருள் ஊசலாடிக்கொண்டிருக்கட்டும். ஒரு நிமிட நேரத்தில் அஃது எத்தனை ஊசலாட்டங்களைச் செய்திடும்? குறைவான நீளங்களுள்ள கயிற்றினைக்கொண்டு பல எண்ணிக்கைகளை எடுத்திடுக. கயிற்றின் நீளத்தைக் குறைத்தல் பொருளை வேகமாக ஊசலாடச் செய்கின்றது என்பதை நீங்கள் கவனித்து அறிவீர்கள்.

மேலும், குழந்தைகளின் ஊஞ்சலின் அதிர்வுகளை உற்றுநோக்குக.

ஊசலியையுடைய ஒரு கடிகாரம், இசைக்கலைஞரின் ஊசலி, அல்லது ஓர் இசைக் கலைஞரின் மேசை-மணிப்பொறி (Time-piece) இவற்றைக் கைவசப்படுத்துக. இந்தக் கருவிகளைக் கொண்டு அதிர்வுகளின் வீதங்களை ஆராய்க. ஒரு பொருள் மேலும் மேலும் வேகமாக அதிர்வடைந்துகொண்டே போகின்றது என்பதாகக் கற்பனை செய்துகொள்க; விநாடிக்கு 16 தடவைகட்குமேல் சுற்றியுள்ள காற்று அதிர்வு நிலையில் வைக்கப்பெற்று ஒரு மிகத் தாழ்ந்த சுரம் (Low note) கேட்கப்பெறும். விநாடிக்குக் கிட்டத்தட்ட 20,000 தடவைகள் வரை விரைவான அதிர்வுகளினின்றும் மிக உயர்ந்த சுரங்கள் (Higher notes) உண்டாக்கப்பெறுகின்றன; இதுதான் மனிதன் கேட்கக்கூடிய மிக உயர்ந்த சுரமாகும்.

மேலும் இயல் 11, சோதனைகள் B 3-5 இவற்றையும் காண்க.

6. எச்சரிக்கைச் சங்கோடு (Siren) கூடிய ஒரு பொம்மைக் காரை ஓடவிடுக. அஃது எவ்வளவுக் கெவ்வளவு விரைவாக ஓடுகின்றதோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு மிக உயர்ந்த சுரங்களை உண்டாக்குகின்றது.

7. வெறுமையாகவுள்ள ஒரு புட்டியின் வாயின்வழியாக ஊதுக. வெவ்வேறு அளவுள்ள புட்டிகளைக்கொண்டு இதே சோதனையைச் செய்திடுக.

8. இப்பொழுது மேற்கூறிய இறுதிச் சோதனையில் அதிர்வடையும் மானிட உதடுகட்குப் பதிலாக விளக்கின் 'பர்னரின்' காற்றுபுகும் மேல் மூடியை (Wing top) அமைத்திடுக. இந்த மூடியின் வழியாக ஊதப்பெறும் காற்று மிக உயர்ந்த வேகத்தில் திறப்பினைக் கடந்து ஓர் அகன்ற சுவாலையைப்போன்று உயர்வு தாழ்வற்ற நிலையில் பரவும். இங்கு உண்டாக்கப்பெறும் எதிரொலிக்கும் ஒலிகள் புட்டிகளில் அல்லது குழல்களில் அதிர்வு அடையும் காற்றுப் பிழம்புகளைப் (Air columns) பொறுத்து அமைகின்றன. காற்றுத் தாரை மிகவும் உரத்த ஒலியை உண்டாக்குவதற்கேற்றவாறு காற்று செலுத்தப்பெறும் மூடியின் நிலையை ஒழுங்குபடுத்துக. சாதாரணமாக ஒரு பெரிய புட்டி அல்லது காகித அஞ்சல் குழலினின்றும் மிகச் சிறிய சுரத்தையும், ஒரு மிகச்சிறிய சாவியின் நுனித்துளையினின்றும் மிக உயர்ந்த காதுக்குக் கேட்கக்கூடிய சுரம் வரையிலும் நீங்கள் கேட்டீர்கள்.

9. ஒத்துணர்வுப் புட்டிகள் :

காதை மூடிவிடாதபடி அதன் மிக அருகில் ஒரு புட்டியின் வாயினை வைத்துக்கொள்ளுமாறு ஒரு மாணுக்கனை ஏவுக. இப்பொழுது இதனைப் போன்ற மற்றொரு புட்டியின் வாயின்வழியாக, நீங்கள் ஓர் உறைப்பான, தெளிவான சுரத்தை (Note) உண்டாக்கும்வரையில், மிகப் பலமாக ஊதுக. ஒவ்வொரு தடவையும் நீங்கள் இதனைச் செய்யும்பொழுது இரண்டாவது புட்டியில் எதிரொலிக்கும் அதிர்வுகள் உண்டாக்கப் பெறுகின்றன. இவைகள் ஒரு வலுவற்ற, அதனைப் போன்ற சுரத்தையே உண்டாக்குகின்றன ; இதனை உங்கள் மாணுக்கன் தெளிவாகக் கேட்டல்கூடும்.

10. ஓர் இசைக் கவை (Tuning fork), பயன்படுத்திய பெட்ரோலியத் தகரக் குவளை, நரம்பு இசைக்கருவி (Violin) அல்லது ஒலிப் பெட்டியாகப் பயன்படக்கூடிய ஏதாவது ஒரு மரப் பெட்டி இவற்றைக் கைவசப்படுத்துக. ஒரு மரக்கட்டையின்மீது இசைக் கவையைத் தாக்கி அதனை அதிர்வு அடையுமாறு செய்திடுக. அதன்பிறகு அதன் கைப்பிடியை ஒலிப் பெட்டியின்மீது வைத்து அழுத்துக. பெட்டியினின்றும் நீங்கள் ஓர் உரத்த முரலும் (Humming) ஒலியைக் கேட்பீர்கள். உணவுண்ணப் பயன்படுத்தும் ஓர் கவர் முள்ளைக்கொண்டு இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக.

11. காற்று ஒலியைச் சுமந்து செல்கின்றது :

ஒருவர் சீழ்க்கையடிக்கட்டும் ; அதே அறையிலுள்ள மற்றவர்கள் அவ்வொலியைத் தெளிவாகக் கேட்பர். முதலாமவரை இப்பொழுது மற்ருேர் அறைக்கு அனுப்புக ; அவர் மீண்டும் சீழ்க்கையடிக்கட்டும் ; அவர் ஒலியைத் தெளிவாகக் கேட்பது இயலாததாகின்றது.

12. ஒலி வெற்றிடத்தில் கடந்து செல்லாது :

ஒரு வெற்றிடப் பம்பினையும் ஒரு கொள்கலனையும் இயற்றுக. (இயல் 7, சோதனை I, 3 காண்க.)

ஒரு வெற்றிடக்கொள்கலனின் உட்புறத்தில் இரண்டு சிறிய மணிகளைக் கட்டுக. காற்றுடன் கொள்கலனைக் குலுக்கிச் சோதனையைத் தொடங்குக ; மணிகள் அடிப்பதை நீங்கள் கேட்பீர்கள். அதன்பிறகு மூடியை இறுக்கமாகத் திருகி, ஒரு பம்பினைக்கொண்டு கொள்கலனினின்றும் காற்றினை உறிஞ்சி அகற்றுக. மீண்டும் கொள்கலனைக் குலுக்குக ; முன்போலத் தெளிவாக மணியடிப்பதை நீங்கள் கேட்கமுடியாது. இதற்கு என்ன பொருள் ?

இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக ; ஆனால் கொள்கலனில் துண்டுத் தாள்களை எரித்து வெற்றிடத்தை உண்டாக்குக.

13. இரண்டு பக்கமும் திறந்துள்ள, தோட்டத்திற்கு நீர் பாய்ச்சும் ஒரு நெளியக்கூடிய நீண்ட குழலை (Hose) எடுத்துக்கொள்க. மற்ருெருவரிடம் பேசுவதற்கும் கேட்பதற்கும் அதனை ஒரு தொலைபேசிப் பாதையாகப் பயன்படுத்துக. உட்புறமுள்ள காற்று ஒலியின் ஊர்தியாகின்றது. ஒரு கப்பலினுள் ஓரிடத்தினின்றும் பிறிதோர் இடத்திற்குப் பேசுவதற்கு இதே தத்துவம் இன்றும் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது.

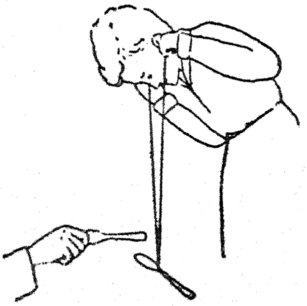
14. திண்பொருள்கள் (Solids) ஒலியைச் சுமந்து செல்லுகின்றன :

மூடிகள் ஒழுங்காக வெட்டப்பெற்ற இரண்டு பயன்படுத்திய தகரக் குவளைகளைக் கைவசப்படுத்துக. ஒவ்வொரு தகரக் குவளையின் அடிமட்டத்தின் மையத்திலும் இப்பொழுது ஒரு சிறிய துளையினை இடுக. துளைகளினூடே பல மீட்டர் நீளமுள்ள மெல்லிய நூலை விடுக. கயிற்றின் ஒவ்வொரு கோடியிலும் நெருப்புக் குச்சிகளை இணைத்து அவை துளைகளின் வழியாகச் செல்லாதிருக்குமாறு அமைத்திடுக. இப்பொழுது குவளைகளைத் தொலைபேசிகளாகப் பயன்படுத்துக ; கயிற்றினை இழுத்த நிலையில் வைத்துக்கொண்டு உங்கள் மாணுக்கனுடன் பேசுக ; அவன் பேசுவதைக் கேட்க. கயிற்றின் வழியாகவும் தகரக் குவளையிலுள்ள காற்றின் வழியாகவும் காற்று பிரயாணம் செய்கின்றது. தகரக் குவளையின் அடிமட்டப் பகுதி ஓர் இடைத்திரையாகச் (Diaphragm) செயற்படுகின்றது.

இச்சோதனை இரண்டு வெறுமையான தீப்பெட்டிகளைக்கொண்டும் செய்யப்பெறுதல் கூடும் ; இப்பொழுது தீப்பெட்டிகளின் ஒரு புறம் ஒரு மெல்லிய ஒளி புகும் சிறு சுருட்டுக் களைப் போர்த்தும் தாளினுல் இறுக்கமாக மூடப்பெறுதல் வேண்டும்.

15. ஒரு கரண்டியினுதவியால் மாதா கோயில் மணி :

ஒரு மீட்டர் நீளம் பருத்தி நூலினை வெட்டுக. நூலின் இரண்டு முனைகளையும் ஒன்றாகச் சேர்த்து வைத்துக்கொண்டு கண்ணியில் (மடங்கியுள்ள பகுதியில்) ஒரு தேக்கரண்டியைச் சமநிலையில் வைத்திடுக. இப்பொழுது



இரண்டு முனைகளையும் உங்கள் விரல் நுனிகளில் பிடித்துக்கொள்க. இரண்டு முனைகளையும் உங்கள் காதுகளுடன் வைத்து அமுக்கிக் கயிறும் கரண்டியும் தாராளமாகத் தொங்குவதற்கேற்பக் குனிந்துகொள்க. யாராவது ஒருவர் ஓர் ஆணி அல்லது மற்றொரு கரண்டியைக்கொண்டு கரண்டியை மெதுவாக அடிக்கட்டும். ஒரு மாதாக் கோயிலின் மணியைப் போன்ற மணிகளின் ஒலியை (Chime) நீங்கள் கேட்பீர்கள். இங்கும் ஒலி கயிற்றின் வழியாகப் பிரயாணம் செய்து உங்கள் காதுகளில் போய் முடிகின்றது.

16. நீர்க் குழல்களின் வழியாக தட்டும் குழூஉக் குறித் தொகுதி (Code message) :

ஒரு மாணுக்கனுலும் உங்களாலும் ஒழுங்கு செய்யப்பெற்ற ஒரு குழூஉக்குறித் தொகுதிச் செய்தியை ஒரே மாடியில் அல்லது வெவ்வேறு மாடியில் ஓர் அறையினின்றும் பிறிதோர் அறைக்குச் செல்லும் நீர்க் குழலின் வழியாக அனுப்புக. ஓர் அறையில் ஓர் இரும்புத் துண்டினைக்கொண்டு நீர்க் குழலை அடிப்பதால் ஒலி மற்றோர் அறையிலுள்ள உங்கள் மாணுக்கனை அடைகின்றது. அதன் பிறகு செய்திகளைப் பறிமாற்றம் செய்துகொள்க. இத் தடவையில் ஒலி நீர்க் குழல் வழியாகப் பிரயாணம் செய்கின்றது.

17. உங்கள் பற்களின் வழியாகக் கேட்க :

உணவுண்ணப் பயன்படும் ஒரு கவர்முள் அல்லது ஓர் இசைக் கவையினை அதிர்வடையச் செய்திடுக. கவர்முள்ளினின்றும் வந்த ஒலி ஓயும்வரையில் காத்திருக்க; அதன் பிறகு அதன் கைப்பிடியை உங்கள் பற்களுக்கிடையில் வைத்திடுக. இப்பொழுதும் ஒலி கேட்கப் பெறும். கவர் முள்ளின் கைப்பிடியை உங்கள் காதின் பின்புறமுள்ள எலும்பின்மீது வைத்துக்கொண்டு இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக.

18. திரவங்கள் ஒலியைத் தாங்கிச் செல்லுகின்றன:

உங்கள் காதுகள் நன்றாக அமிழ்ந்துபோகும் வரையில் உங்கள் தலையை நீர் மடுவில் வைத்திடுக (நீந்தும் மடு, கடல், ஆறு, அல்லது குளிக்கும் தொட்டி இவற்றுள் யாதாவது ஒன்றில் இங்ஙனம் செய்திடலாம்). உங்களுடைய காதுகள் நீரின் அடியில் இருக்கும்பொழுது வேறு யாராவது ஒருவர் உங்கட்கு அப்பால் இருந்துகொண்டு நீரின் அடியில் சேண்டையை (Gong) அல்லது மணியை அடிக்கட்டும். நீரின் வழியாக ஒலி தெளிவாக வருவதை நீங்கள் கேட்பீர்கள். காற்றிலுள்ளதைப்போல் நான்கு மடங்கு வேகத்தில் ஒலி நீரினுள் பிரயாணம் செய்கின்றது என்பது மெய்யே.

19. காற்றுப் பலூன் ஓர் ஒலி வில்லையாகச் செயற்படுகின்றது :

ஓர் இரப்பர்ப் பலூன் சாதாரண அளவுக்கு விரியும்வரையில் உங்கள் வாயினுல் அதனுள் காற்றினை ஊதி நிரப்புக. பலூனை உங்கள் விரல்களினுல் பிடித்துக்கொள்க. இப்பொழுது பலூன் கரியமிலவாயுவாலும் ஓரளவு நிரம்பியுள்ளது. பலூனை ஒரு கைக்கடிகாரத்திற்கும் உங்கள் காதிற்கும் இடையில் வைத்திடுக. பலூன் இல்லாதபொழுது கேட்பதைவிட அஃது உள்ளபொழுது நீங்கள் ‘டிக்’ ஒலியைத் தெளிவாகக் கேட்பீர்கள். காற்று அலைகள் காற்றில் பிரயாணம் செய்வதைவிடக் கரியமிலவாயுவில் மிகத் தாமதமாகப் பிரயாணம் செய்வதால் இங்ஙனம் நேரிடுகின்றது. பலூன் காற்று அலைகட்கு ஓர் ஒருங்கச்செய்யும் வில்லையாகச் (Converging lens) செயற்படுகின்றது. பலூனை ஹைட்ரஜன் வாயுவால் நிரம்பச்செய்து இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க.

20. அலைகள் எங்ஙனம் பயணம் செய்கின்றன?:

அலைகள் நீரின் மேற்பரப்பின்மீது எங்ஙனம் பயணம் செய்கின்றன என்பதை உற்று நோக்குவதால் அவற்றால் ஆற்றல் தாங்கிச் செல்லப்பெறும் முறை ஆராயப்பெறுதல் கூடும். அந்த அலைகள் ஏரிகளிலும், குளங்களிலும், கப்பல் துறைமுகங்களிலும் அடிக்கடிக் காணப்பெறுதல் கூடும்; அங்கு உண்டாக்கப் பெறும் கோலங்கள் ஒளி, வானொலி, ஒலி இவைபற்றிய பல நிகழ்ச்சிகளை விளக்குவதற்குத் துணை செய்கின்றன.

ஆழங் குறைந்த ஒரு தட்டிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பில் சிறு அலைகளை உண்டாக்குவதால் இந்தப் பண்பின் (Behaviour) மிக விரிவான சோதனை ஆய்வகத்தில் செய்யப்பெறுதல் கூடும். கண்ணாடி அடி மட்டத்தைக் கொண்ட ஆழங் குறைந்த ஒரு தொட்டியின் ஓர் ஒளி மூலத்தை வைத்து இத்தகைய கோலங்களை உண்டாக்கித் தெளிவாகக் காணச் செய்வது ஒரு வழியாகும். இத்தகைய தொட்டியில் உண்டாக்கப்பெறும் சிறு அலைகள் உருளை வில்லைகளைப்போல் நடந்து கொள்ளுகின்றன; மச்சின் அடிப்பகுதியின் மீது அல்லது மேலே வைக்கப்பெற்றுள்ள திரையின் மீது நிழல்கள் பார்க்கப்பெறுகின்றன.

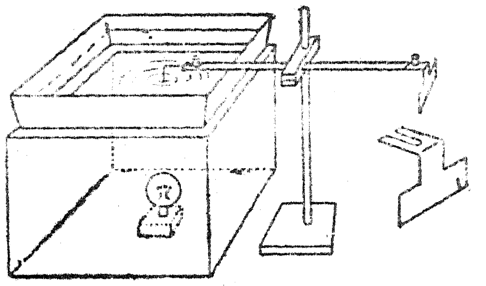
21. சிறு அலைத் தொட்டியை அமைத்தல்:

ஒரு முழுத் தட்டு அளவுள்ள (Full plate size) ஒளிப் படத்துலக்கும் தட்டொன்றின் (Photographic developing dish) அடி மட்டத்தைச் சுற்றிலும் சுமார் 2·5 செ. மீ. அளவுள்ள விளிம்பினை விட்டு ஒரு செவ்வக வடிவமுள்ள துளையினை அமைத்திடுக. ஒரு தெளிவான கண்ணாடித் தகட்டினை அத்தொட்டியில் பொருத்தி நீர் நனைக்காப் பசையைக்கொண்டு அதனை விளிம்புடன் சேர்த்து ஒட்டி விடுக. அதனை ஒரு பக்கமாக உலர வைத்திடுக. கிட்டத்தட்ட 30 × 30 × 45 செ. மீ. அளவுள்ள ஓர் அட்டைப் பெட்டியைப் பெறுக. 15 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள வட்டமான துளையொன்றினைப் பெட்டியின் சிறிய முகப்புக்களிலொன்றின் மையத்தில் வெட்டி, செவ்வகப் பக்கங்களொன்றின் மையத்தில் ஒரு சிறிய கதவினை அமைத்திடுக. இப் பெட்டியின் உட்புறம் மங்கலான கறுப்பு வண்ணம் தீட்டுக. ஓர் ஒளியின் மூலமாக 7·5 செ. மீ. பக்கமுள்ள கன மரக்கட்டையில் (Cube of wood) ஒரு காரின் மின் குமிழையும் அதனைப் பொருத்தும் சாதனத்தையும் (Holder) அமைத்திடுக.

பெட்டியிலுள்ள வட்டமான துளையின்மீது தொட்டியை நிறுத்தி, கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. ஆழத்திற்கு அதில் நீரினை ஊற்றுக. அறையை இருட்டாக்கி மின்குமிழை எரியச் செய்யும் பொத்தானையும் போடுக. ஒரு மை நிரப்பும் சாதனம் அல்லது பிப்பெட்டினின்றும் ஒரு சொட்டு நீர் நீரினுள் விழுங்கால் மச்சின் கீழ் உண்டாக்கப்பெறும் வட்டமான கோலத்தை உற்றுநோக்குக. பெட்டியின் பக்கங்களினால் ஒளித்திருப்பம் செய்யப்பெறும் அலைகளின் செயலால் அக்கோலம் உருத்திரியச் செய்யப்பெற்றால், தொட்டியின் எல்லா ஓரங்களிலும் நீரில் படச் சட்ட அச்சின் சாய்வான கரைகளைப் பொருத்துக. முழுத் தொட்டியின் அதிர்வினால் பக்கங்களுக்கு இணையாக உண்டாக்கப்பெறும் கோலங்கள் இருப்பின், அத் தொட்டியை 'சோர்போ' (Sorbo) இரப்பர் அல்லது ஒரு வகைக் கம்பளத்தின் (Felt) துண்டுகளின்மீது நிறுத்துக.

அதிர்வு அடையும் கருவியொன்றின் ஒரு முனையை நீரில் அமுக்கிக்கொண்டு தொடர்ந்து வரிசையான அலைகள் உண்டாக்கப்பெறுதல் கூடும். ஒரு 30 செ. மீ. அறுக்கும் வாள் ஒன்றினை நடுவில் இறுகப் பற்றச் செய்து, ஒரு மின்சார முனை அல்லது ஒரு சிறிய போல்ட்டினைப் பயன்படுத்தி, ஒரு தடித்த தாமிரக் கம்பியை அதன் ஒரு முனையில் இணைத்திடுக. வாளின் மட்டத்திற்குச் செங்கோணங்களிருக்குமாறு கம்பியை வளைத்து சுமார் 2·5 செ. மீ. நீளத்திற்கு அதனை வெட்டியெறிக. தொட்டியிலுள்ள நீரில் தாமிரக் கம்பியின் முனை முழுகுவதற்கேற்ப வாளினை ஓர் உறுதியான வாலை தாங்கியில் (Retort stand) தாங்குமாறு செய்க. வாளின் தனி நிலையிலுள்ள முனையைச் சட்டென இழுத்துத் தொடர்ந்து அலைகள் உண்டாவதைக் கவனித்திடுக.

T-வடிவமுள்ள ஒரு தகரத்துண்டினை ஓர் அமுங்கும் சாதனமாக (Dipper) அமைவதற்கு வெட்டி, அதனை முன் போலவே வாள் அலகின்



தனி நிலையிலுள்ள முனையில் இணைத்திடுக. வாள் அலகின் இரண்டு முனைகளும் ஒரே பளுவினைச் சுமப்பதற்காகத் தாமிரக் கம்பியின் அருகிலுள்ள வாள் அலகுடன் ஒரு துண்டு பிளாஸ்டிக் காரையை (Plasticine) ஒட்டுக; இந்த முறையில் ஒரு நீண்ட நேரத்திற்கு அதிர்வு நிலைநிறுத்தப்பெறும்.

22. அலைகளின் ஒளித் திருப்பத்தை ஆராய்தல்:

தொட்டியிலுள்ள நீரின் ஆழத்தைவிடச் சிறிதளவு அதிக அகலமானவையாகவும் கிட்டத்தட்ட 8 செ. மீ. நீளமுள்ளனவாகவும் தகரத் துண்டுகளை வெட்டுக. அவற்றுள் ஒன்றின் முனையைச் செங்கோணங்களிலிருக்குமாறு வளைத்து அதனைத் தொட்டியின் ஒரு முனையினருகில் நீரில் நிறுத்துக. இந்தத் தடையினின்றும் வட்ட வடிவமான அலைகள் ஒளித் திருப்பம் அடைவதற்கேற்ப அதிர்வடையும் கருவியின் நிலையினைச் சரிப்படுத்துக. ஒற்றைத் துடிப்புக்களையும் தொடர்ந்த நிலையிலுள்ள அலைகளையும் பயன்படுத்துக. அதிர்வடையும் கம்பி முன்னால் இருக்கும் தூரத்தைப் போல் 'ஆடிக்குப்' ('mirror') பின்னால் அவ்வளவு தூரத்திலுள்ள ஓரிடத்தினின்றும் ஒளித் திருப்பம் அடைந்த அலைகள் விரிந்து செல்வதைப் போல் காணப்பெறுவதைக் கவனித்திடுக. இப்பொழுது கூரான அமுங்கும் கருவி (Point dipper) இருக்கும் இடத்தில் 'சமதளமான' அலைகளை உற்பத்தி செய்யும் தட்டையான தகரத் துண்டினை வைத்திடுக. உள்நோக்கி வரும் அலைகளுடன் தடை வெவ்வேறு கோணங்களைச் செய்யும்பொழுது ஒளித் திருப்பம் பெறும் அலைகளின் வடிவத்தை உற்று நோக்குக. விளக்கு அதன் பக்கத்தில் திருப்பப் பெற்று, அதனுடைய கம்பி இழை (Filament) அமுங்கும் கருவிக்கு இணையாக இருக்குமாறு வைக்கப்பெற்றால் சமதள அலைகளினின்றும் மிகத் தெளிவான கோலங்கள் அடையப்பெறுகின்றன. ஒரு வளைவான தகரத் துண்டினைப் பயன்படுத்தி இந்தச் சோதனைகளைத் திரும்பவும் செய்திடுக; வெவ்வேறு பக்கங்கள் அலைகளை நோக்கும்பொழுது வளைவான தகரத் துண்டு ஒரு குவியான அல்லது குழிவான ஒளித் திருப்பியின் (Reflector) அறிகுறியாக உள்ளது.

ஆழமான நீரில் இருப்பதைவிட ஆழங் குறைந்த நீரில் சிறு அலைகள் மிகத் தாழ்ந்த நேர் வேகத்தைப் பெற்றிருப்பதால், அலைகள் தெளிவாகக் காணப்பெறுவதுபோன்ற 'வேறுபட்ட' ஊடகத்தினுள் செல்லும்பொழுது, அவற்றின் செலுத்துகை (Transmission)யைப் பற்றி ஆராய்வது இயலும். எடுத்துக்காட்டாக, மேலே சோதனை 19லுள்ள 'ஒலி வில்லை'யின் செயலைப்பற்றி ஆராய்வதற்குத் தொட்டியில் ஒரு வட்டமான 'ஆழமற்ற நீர் நிலை'யை உண்டாவதற்கு ஒரு வட்டமான கண்ணாடித் தகட்டினைப் பயன்படுத்துக. தொட்டியின் மையத்தில் அத்தகைய தகட்டினை (Slab) வைத்து அந்தத் தகடு கிட்டத்தட்டச் சரியாக மூடப்பெறுவதற்கேற்ப நீரின் மட்டத்தைச் சரிபடுத்துவதற்கு ஒரு பிப்பெட்டினைப் பயன்படுத்துக. அதன்மீது ஒரு வரிசையான சமதள அலைகளைக் கடக்கச்செய்து தகட்டின் குறுக்கு விட்டத்தின் வழியாகச் செல்லும் அலைகள் தடுக்கப்பெறுகின்றன என்பதையும், ஒரு தொகுபயன் சார்ந்த குவிய விளைவு இருப்பதையும் கவனித்திடுக. ஒரே வகை மேற்பரப்பின்மீதுள்ள ஒளி விலகலையும் (Refraction), பட்டகங்கள், வில்லைகள் இவற்றின் செயலையும் ஆராய்வதற்கு வெவ்வேறு வடிவமுள்ள தகடுகள் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

B. ஒலியும் இசையும்

1. அதிர்வடையும் பெட்டி :

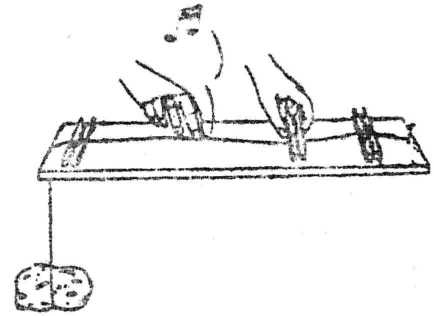
பயன்படுத்தப்பெற்ற ஒரு தகரக் குவளை யின் அடி மட்டத்தில் ஒரு துளையினை இடுக. ஒரு தடித்த கயிற்றின் நுனியை ஒரு பென்சி லில் இறுகக் கட்டிப் பென்சில் குவளையினுட் புறத்திலிருக்குமாறு அக்கயிற்றினை அத்துளை யினுள் வைத்திடுக. கயிற்றின்மீது பிசினைத் தடவுக. ஒரு கையில் குவளையைப் பிடித்துக் கொண்டு இரண்டு விரல்களால் கயிற்றினை இழுத்துப் பிடித்துக் கொள்க. இப்பொழுது கயிற்றினை நெடுக விரல்களை இழுத்திடுக. குவளையினின்றும் ஒலி வரும். கயிற்றினை நெடுக வெவ்வேறு வேகங்களில் உங்கள் விரல்களை இழுத்து இச் சோதனையைத் திரும்பத் திரும் பச் செய்திடுக. ஒளியின் வெவ்வேறு குரல் எடுப்பினைக் (சுருதி-Pitch) கவனித்திடுக. குவளையினின்றும் உங்களால் இசையை எழுப் பக் கூடுமா ? மீண்டும் வெவ்வேறு அளவு களுள்ள தகரக் குவளைகளைக்கொண்டும் கற் கண்டுப் பெட்டிகளைக்கொண்டும் இச் சோதனை யைச் செய்ய முயலுக. மரப்பெட்டிகள் இதே மாதிரியான ஒலிகளைத் தருமா?

2. இரப்பர்ப் பட்டை இசைக் கருவி வகை (Harpsichord):

ஒரு பணியாரக் குவளை (Cake tin), சிறு சுருட்டுப் பெட்டி, ஒளிப்படம் துலக்கும் தட்டு அல்லது கழுவும் தட்டு இவற்றில் பல இரப் பர்ப் பட்டைகளை நீட்டுக. வெவ்வேறு அடிப் படைச் சுரங்களுடன் ஒத்துள்ள வெவ்வேறு இழு விசைகளில் அவற்றை அமைத்திடுக. இப்பொழுது ஓர் இசைக் கருவி வகையை இயக்குவது போலவே அவற்றை இயக்குக. இந்தக் கருவியின் தத்துவம் அதிர்வடையும் தந்திகளையும் ஓர் ஒலிப் பெட்டியினையும் கொண்ட அமைப்பின் தத்துவமாகும். அதே பெட்டியின்மீது வெவ்வேறு அளவுகளுள்ள இரப்பர்ப் பட்டைகளைக்கொண்டு இச்சோதனை யைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

3. ஒற்றைத் தந்தி யாழ் (தம்புரு) :

கிட்டத்தட்ட 1 மீட்டர் நீளமுள்ள ஓர் எஃகுக் கம்பி, ஓர் ஆணி, மூன்று ஆடைக் கவ்விகள், மெல்லிய ஒட்டுப் பலகையாலான அல்லது வேறு பொருளாலான ஓர் ஒலிப் பெட்டி (அளவு: கிட்டத்தட்ட 60×15×3 செ.மீ.), இறுக்க நிலையிலுள்ள கம்பியைப் பிடித் துக்கொள்ள ஓர் எடை இவற்றைக் கைவசப்



படுத்துக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற் றுள்ளவாறு இந்தப் பகுதிகளை ஒன்றுசேர்த் திடுக. வீட்டில் தயாரித்த இந்தத் தம்புருவி னின்றும் நீங்கள் இசையைப் பெறக் கூடுமா ? அதிகமான தந்திகளைக்கொண்டு இச்சோதனை யைத் திரும்பச் செய்திடுக.

4. குண்டூசிகளைக்கொண்ட இசைப்பெட்டி :

மேற்குறிப்பிட்ட சோதனையில் பயன் படுத்தப்பெற்ற பெட்டி அல்லது ஒரு புகைச் சுருட்டுப் பெட்டியின்மீது ஒரு வரிசையில் பல குண்டூசிகளை அமைத்திடுக. கடிதம் திறக்கும் கருவியொன்றினைக் கொண்டு இந்த இசைப் பெட்டியினை இயக்கி இசையினை எழுப்புக. நீளமான குண்டூசிகளினின்றும் கீழ் சுரங் களையும் குட்டையானவற்றினின்றும் மேல் சுரங்களையும் நீங்கள் அடைவீர்கள்.

வெவ்வேறு நீளமுள்ள பற்களைக்கொண்ட மயிர் சீவும் சீப்பினைப் பயன்படுத்தி மற்றோர் உற்றுநோக்கலைச் செய்திடுக.

5. பருக உதவும் வைக்கோற் புல்லின் இசைக் குழு :

ஐந்து இசைக் கலைஞர்கட்காக 10 பருக உத வும் வைக்கோற் புற்குழல்களையும் ஒரு கத்தரிக் கோலையும் கைவசப்படுத்துக. ஒரு குழலின்

ஒரு முனையைத் தட்டையாக்கி, இங்ஙனம் தட்டையாக்கப்பெற்ற முனையின் இரண்டு மூலைகளையும் வெட்டுக. இப்பொழுது இத் தட்டையான முனை ஒரு காற்றுக் கருவியின் ஊதுகுழலாகச் செயற்படுகின்றது. அதனுள் நன்றாக ஊதி, நீங்கள் மிக நல்ல அதிர்வுகளைப் பெறும் வரையில் ஊது குழலை நன்கு ஒழுங்கு படுத்துக.

அடுத்து, ஏனைய பருக உதவும் குழல்களி னின்றும் இத்தகைய ஊதுகுழல்களை இயற்றி ஓர் இசைக் குழுவினை (Orchestra) அமைத் திடுக. வேறு குழல்களின் மற்ற முனைகளிலும் நீங்கள் ஒரு முற்றுப்பெற்ற சுரவரிசையைப் பெறும்வரையில் வெவ்வேறு இசைச் சுரங்க ளுடன் இசைப் பொருத்தம் பெறுவதற்கேற்பச் சிறிது சிறிதாக வெட்டியெறிக. ஒவ்வொரு கையிலும் ஒரு குழலைப் பிடித்துக் கொண்டு ஐந்து கலைஞர்களில் ஒவ்வொருவரும் இரண்டு சுரங்களுக்குப் பொறுப்பாளிகளாவர். முதன் முதலாக உங்கள் "ஜனகண மன"வை இசைக்க முயலுக.

அதிர்வடையும் ஊதுகுழலின் காரணமாகக் குழலினுள்ளிருக்கும் காற்றுப் பிழம்பும் அதிர் வடைகின்றது என்பதுவே இதன் தத்துவ மாகும்.

6. புட்டி, கண்ணாடிக் குழல் எக்காளம் (Trombone) :

கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமும் 20 செ. மீ. நீளமும் உள்ள ஒரு கண்ணாடி அல்லது உலோகக் குழலையும் கிட்டத்தட்ட நீர் நிறைந் துள்ள ஒரு புட்டியையும் கைவசப்படுத்துக. ஒரு கையில் புட்டியையும், மற்றொரு கையில் குழலின் ஒரு நுனி நீரில் அமுங்கியிருக்குமாறு குழலினையும் பிடித்துக்கொள்க. இப்பொழுது குழலின் மற்றொரு நுனியில் ஒரு சுரத்தில் ஊதுக. அடுத்து, ஊதும்பொழுது, புட்டியை மேலும் கீழுமாக இயக்குக. குழலில் அதிர் வடையும் காற்றுப் பிழம்பின் (Column) நீளத்தை மாற்ற மாற்ற நீங்கள் பல்வேறு சுரங்களைக் கேட்பீர்கள்.

7. இசைப் புட்டிகள் :

ஒரு வரிசை இசைப் புட்டிகளைத் தயாரித் திடுக; ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள காற்றுப் பிழம்பு சுரவரிசையிலுள்ள ஒவ்வொரு சுரத் திற்கும் இசைப் பொருத்தமாக இருக்குமாறு அமைத்திடுக. ஒரே மாதிரியான எட்டுப் புட்டி களைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. முதல் புட்டி வெறு மையாக இருக்கட்டும். மற்றவற்றில் பொருத்த மான உயரங்கட்கு நீர் சேர்க்கப்பெற்று ஓர் அளவுகோல் அல்லது குச்சியினால் அவை தட்டப்பெறும்பொழுது அவை ஒரு முற்றுப் பெற்ற இசைச் சுர வரிசையில் ஒலிக்கும். நீர் பருக உதவும் உயரமான கண்ணாடிப் பாத்திரங் களைக்கொண்டு இச்சோதனையை நீங்கள் செய் திடக்கூடும். புட்டிகளில் அல்லது கண்ணாடிப் பாத்திரங்களின் உட்புறத்திலுள்ள காற்றுப் பிழம்புகள் வெளிப் புறங்களினின்றும் அதிர்வு களை எடுத்துக்கொள்ளுகின்றன.

உங்களிடம் பீங்கான் குவளைகள் அல்லது பல்வேறு அளவுகளில் மணிகள் இருப்பின் அவையும் ஒரு வேடிக்கையாகும். சுரவரிசையின் சுரங்களுக்கு இசைப் பொருத்தமாகவுள்ள வற்றை மட்டிலும் பொறுக்குக. அவற்றை ஒரு வரிசையாக அமைத்திடுக. ஒரு குச்சி அல்லது கவர்முள்ளினை ஒவ்வொரு கையிலும் பிடித்துக் கொண்டு கவனமாக அவற்றில் ஓர் இசைப் பொருத்தத்தை விளைவித்திடுக.

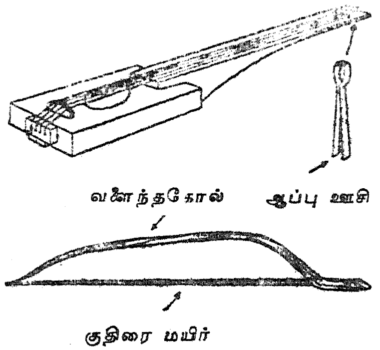
8. தலையுணவின் மணியொலிகள் :

சுமார் 3 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமும் கிட்டத் தட்ட 3·5 மீட்டர் நீளமும் உள்ள ஒரு நேரான எஃகுக் குழலைக் கைவசப்படுத்துக. அதனை 100 செ. மீ., 90 செ.மீ., 80 செ. மீ., 70 செ. மீ., நீளங்களுள்ள நான்கு பகுதிகளாக வெட்டுக. அவற்றின் ஒரு முனையில் இருபுறங்களிலும் துளைகளை இட்டு அக்குழல்களைத் தொங்க விடுக. ஓர் இரப்பர்ச் சுத்தியைக் கொண்டு ஒவ்வொரு குழலையும் முறையாக அடித்து உங்கள் வகுப்பு மாணாக்கர்கட்குக் காட்டலாம்.

9. சுருட்டுப் பெட்டி நரம்பு இசைக்கருவி :

ஒரு சுருட்டுப் பெட்டி அல்லது அதைப் போன்ற வேறு ஏதாவது ஒரு பெட்டி, இசைக் கருவிகளின் கடையிலிருந்து ஒழுங்கான தந்தி கள், மரத்துண்டுகள், ஒரு பிசின் துண்டு, ஒரு வகை ஆப்பு ஊசிகள் (Cotter pins) இவற்றை வாங்கிச் சேர்த்திடுக. நீங்களே இந்தப் பகுதிகளை ஒன்று சேர்த்ததும் படத்தில்

காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு சுருட்டுப் பெட்டி இசைக்கருவியினை (Cigar box violin) அமைத்திட முயலுக. குதிரை மயிரினாலும் சுமார் 70 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு கோலினாலும் வில் இயற்றப்பெறலாம்.

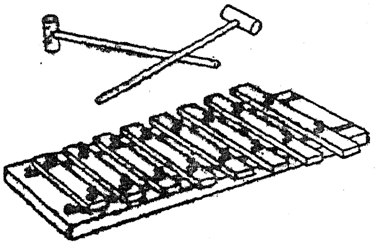


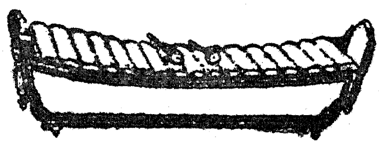
10. ஆயர் குழல் :

மூங்கிலின் ஒரு பகுதி இக்குழல் அமைப்பதற்குப் பொருத்தமானது. கிட்டத்தட்ட 1·5 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமும் 30 செ. மீ. நீளமும் உள்ள ஒரு நேரானதும், அதன் நீளப் பகுதி முழுவதிலும் இரு புறங்களில் திறந்த நிலையிலுள்ளதுமான மூங்கிலைக் கைவசப்படுத்துக. அதன் மேல் தோல் எல்லாப் பகுதியிலும் மஞ்சள் கலந்த தவிட்டு நிறமாக மாறும் வரையிலும் அதனை ஒரு சிறிது நெருப்பின்மீது வைத்து வாட்டி உலர்த்துக. அது குளிர்ந்ததும் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு வாயருகுப் பகுதியையும் (Mouth-piece) ஒரு வரிசைத் துளைகளையும் செய்திடுக. குழல் ஒரு தகரச் சீழ்க்கையைப் போலுள்ளது; ஆனால் இதில் பெறும் ஒலியோ இனிமையாகவுள்ளது. அதிர்வடையும் காற்றுப் பிழம்பு வாயருகுப் பகுதியின் வெளியேறும் துளையிலிருந்து மூடப்பெறாத முதல் துளைவரையிலும் அளக்கப்பெறுகின்றது.

11. மரக்கட்டைகளினாலான இசைக்கருவியும் மாரிம்பாவும் (Marimba) :

இங்கு உங்கட்குத் தேவையானவை உறுதியான மரத் துண்டுகள், மூங்கில், அல்லது இரும்பு, ஒரு பலகை ஆகியவையாகும்; தட்டப் பெறுங்கால் சுரவரிசைக்கு ஒலிக்கக் கூடிய பொருத்தமான நீளங்கட்கு வெட்டப்பெற்ற 8, 12 அல்லது 16 இத்துண்டுகள் தேவைப்படுகின்றன. உறுதியான மரத் துண்டுகட்கு 2·5 செ. மீ. அகலமும் 1·5 செ. மீ. கனமும் 20·0, 22·8, 24·2, 25·8, 27·2, 28·3, 29·5, 30·5 செ. மீ. நீளங்களுள்ளவையுமான துண்டுகள் சுரங்களின் அடிப்படையிலமைந்த சுரவரிசையைத் (Diatonic scale) தரும். மரக்கட்டைகளினாலான இசைக் கருவியின் (Xylophone) தட்டையான பலகைக்கு, ஒவ்வொரு துண்டின் முனையருகிலும் கிட்டத்தட்ட 2 மி. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு துளையினை இடுக. பலகையின்மீது ஒருவகைக் கம்பளத் (Felt) துண்டுகளைக் கிடத்தி, ஒவ்வொரு துளையின் ஊடேயும் அத்துண்டுகளைத் தளர்ச்சியாகப் பிடித்துக் கொள்ளுவதற்காக சிறிய ஆணிகளைச் செலுத்துக. ஓர் இரப்பர்ச் சுத்தியினால் அத்துண்டுகள் தட்டப்பெறும்பொழுது அவை அதிர்வடையும்.





இந்தச் சுத்தி, ஒரு பென்சில், அழிக்கும் இரப்பர் இவற்றினைக்கொண்டு இயற்றப்பெறுதல் கூடும்.

மாரிம்பாவுக்கு, படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அடிப்பகுதியாக அமையவும் ஓர் ஒலிப் பெட்டியாகச் செயற்படவும் மரத்துண்டுகள் வடிவங்கள் அமைக்கப்பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு துண்டின் முனையருகிலும் இரண்டு துளைகளை இடுக. படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு எல்லாத் துளைகளிலும் ஒரு தடித்த கயிற்றினை அமைத்து அத்துண்டுகளைப் பெட்டியின்மீது தங்கவிடுக.

இப்பொழுது சற்று மிருதியாகவே நீண்ட கைப்பிடிகளைக் கொண்ட இரண்டு இரப்பர்ச் சுத்திகளைக் கொணர்க. இசையைப் பெறுவதற்கு துண்டுகளை இலேசாகத் தட்டுக.

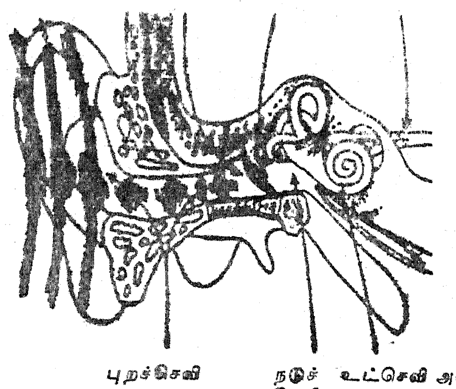
மற்ற எளிய இசைக் கருவிகளும் இயற்றப் பெறுதல்கூடும்: (எ-டு) பல்வேறு வகைப் பறைகள், சிறிய சேகண்டி வரிசை, புல்லாங் குழல்கள் (Flutes), வேறுபல நரம்புக் கருவிகள். நீங்களாகவே அவற்றை அமைத்திட முயலுக.

C. ஒலியைப் பதிவு செய்தலும் திரும்பவும் ஒலிக்கச் செய்தலும்

1. காது எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது ?:

காதின் அடிப்பகுதியில் செவிப்பறைச் சவ்வினால் உண்டாக்கப்பெற்றுள்ள செவிக்குரிய பாதை வழியாகக் காற்றின் அதிர்வுகள் காதினுள் நுழைகின்றன. அவை செவிப்பறையை இயக்கநிலையில் வைக்கின்றன. இங்ஙனம் செய்யுங்கால் அதனுடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள மூன்று சிறிய எலும்புகளாலாகிய அமைப்பினையும் இயக்க நிலையில் வைக்கின்றன; இந்த முறையில் அவைகள் 'உட்காது' என வழங்கப் பெறும் எலும்பிலுள்ள ஓர் அறையை அடைகின்றன.

காதின் ஒரு பகுதி ஒரு நத்தைக் கூடு போன்ற உருவத்தில் அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. காற்று அதிர்வுகளை ஏற்கும் உறுப்பு இவ்விடத்தில் காணப்பெறுகின்றது; அது கேள்விப் புல



நரம்பினால் மூளையுடன் இணைக்கப் பெற்றுள்ளது. உட்காதின் மற்றொரு பகுதியில் மூன்று சிறிய அரை வட்டக் குழல்கள் அடங்கியுள்ளன; சம நிலையை நிலைநிறுத்தத் துணைபுரியும் அவை கேள்விச் செயலில் யாதொரு பங்கும் பெறுவதில்லை.

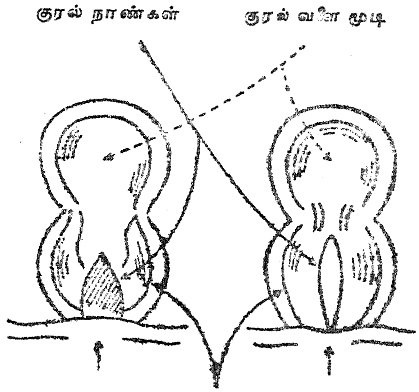
சாதாரணமாக ஒலி அதிர்வுகள் செவிப் பறையினாலும் மூன்று சிறிய எலும்புகளாலும் நத்தைக் கூடு வடிவமுள்ள காதுப் பகுதிக்கு (Cochlea) அனுப்பப் பெறுகின்றன (இஃது ஒரு நரம்பு செய்திக்குக் காரணமாகி இந்தச் செய்தி மூளைக்குக் கொண்டு போகப்பெறுகின்றது); ஆனால் அவை மண்டையோட்டைச் சேர்ந்த எலும்புகளாலும் அனுப்பப்பெறலாம்; எந்த வழியாகவேனும் அலைகள் நத்தை எலும்பினை அடைந்தால் நாம் ஒலியைக் கேட்கின்றோம்.

ஓர் ஒலி நமது இரண்டு காதுகளை அடைந்ததும் அஃது எத்திசையினின்றும் வருகின்றது என்பதைக் கண்டறியலாம்; அது தலைக்கு நேராக வந்தால், அதிர்வுகள் ஒரே சமயத்தில் ஒரே உறைப்புடன் இரண்டு காதுகளையும் அடைகின்றன; ஆனால் ஒலிக்குக் காரணமான மூலம் நமக்கு ஒரு பக்கத்தில் அமையப்பெற்றிருப்பின் நமது காதுகளில் ஒன்று அதனின்றும் சற்று அதிகத் தூரத்திலுள்ளது; அஃது அலைகளை உறைப்புக் குறைவுடனும் சற்றுத் தாமதத்துடனும் ஏற்கின்றது.

2. குரல் எங்ஙனம் உண்டாக்கப்பெறுகின்றது ?:

வாய், பற்கள், நாக்கு, தொண்டை, நுரையீரல் ஆகிய இவை யாவும் குரல் உண்டாவதில் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன. குரல் வளை எனப்படும் ஒலியறையின் குறுக்கே நீட்டிய நிலையிலுள்ள குரல் நாண்கள் எனப்படும் இரண்டு மெல்லிய சவ்வுகளால் உண்டாக்கப்பெறும் அதிர்வுகளால் ஒலி உண்டாக்கப்பெறுகின்றது. குரல்வளை என்பது காற்றுக் குழலின் மேல் முனையாகும்; அது நாக்கின் அடிப் பகுதிக்கும் பின்புறத்தில் அமைந்துள்ளது. நாம் விழுங்கும்பொழுது யாதொரு பொருளும் காற்றுக் குழலினுள் செல்லாதிருக்கும்

பொருட்டு இங்கு, குரல்வளை மூடி (Epiglottis) என வழங்கப்பெறும் ஒரு குறுத்தெலும்புக்

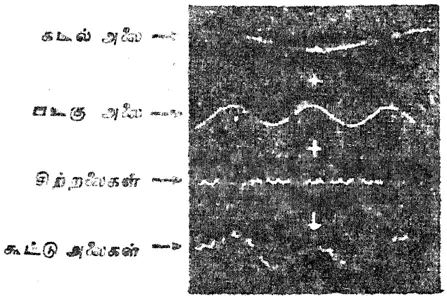


சாதாரணமாக மூச்சு விடும் பொழுது   குரல்வளை   பேசும்பொழுது

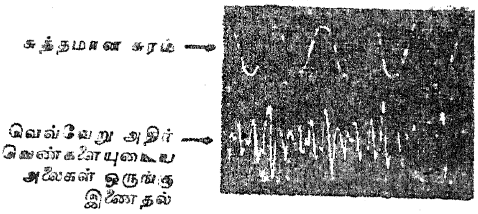
கதவு தானாகவே குரல்வளையின்மீது படிகின்றது. தொண்டையிலுள்ள ஒரு சில தசைகளால் குரல் நாண்கள் நீட்டப்பெறுங்கால் அவற்றினிடையே ஒரு குறுகிய பிளவு அமையப்பெறுகின்றது. இந்தக் குறுகிய பிளவு வழியாகக் காற்று பலமாகச் செலுத்தப்பெறும் பொழுது குரல் நாண்கள் வல்லந்தமாக அதிர்வடையச் செய்யப்பெறுகின்றன. காற்றுக் குழல், நுரையீரல், வாய், மூக்கறைகள் இவற்றிலுள்ள காற்றை இஃது அதிர்வடையச் செய்கின்றது.

3. ஒலிஅலைக் கோலங்கள் :

ஒரு விநாடியில் முற்றுப்பெற்ற அதிர்வுகளே ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வின் அதிர்வெண் (Frequency) என்பது. வெவ்வேறு அதிர்வெண்கள் ஒன்றுசேரும் முறை நீர் அலைகளைப் போன்றது. கடலலைகள் மிக நீளமானவை; அஃதாவது அவற்றின் அதிர்வெண் மிகக் குறைந்த நிலையில் இருக்கும். ஒரு சிறு மோட்டார்-படகு இந்த அலைகளைக் கடந்து செல்லட்டும். படகு தன்னுடைய சொந்த அலைகளை அனுப்புகின்றது ; இவை கடலலைகளை விடக் குறைந்த அதிர்வெண்ணைக் கொண்டவை. அடுத்து, ஓர் இளங் காற்று இருப்பின், அது மிகச் சிறிய சிற்றலைகளை (Ripples) மோட்டார்-படகின் அலைகளின் குறுக்கே அனுப்பும். சாதாரணமாக இச் சிறு அலைகள் ஏனைய இரண்டு வகை அலைகளையும் விட மிகச் சிறிய



அதிர்வெண்ணையே கொண்டிருக்கும். இப்பொழுது இந்த மூன்று அதிர்வுகளும் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒன்றுசேர்ந்து ஒரு கோலத்தை உண்டாக்கும்.

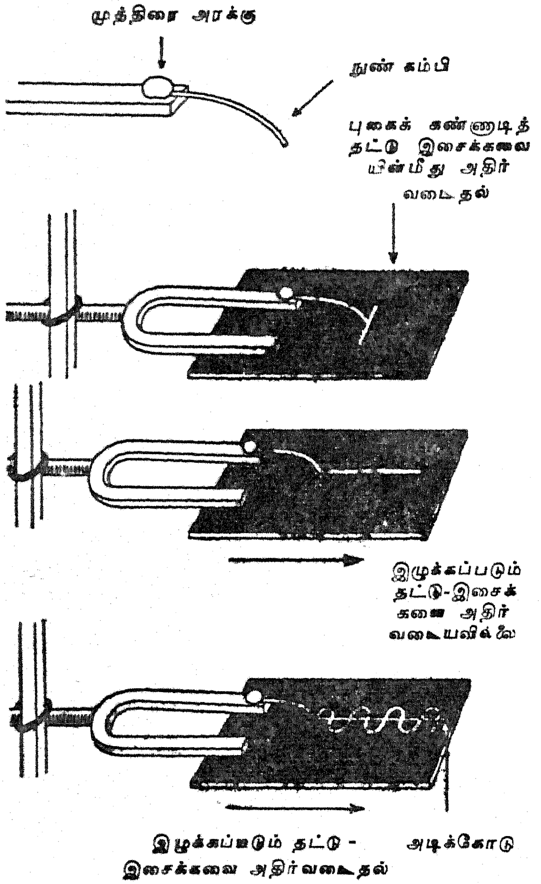


இம்மாதிரியான ஒரு முறையில் பல்வேறு கருவிகளினின்று வரும் வெவ்வேறு அதிர்வெண்களைக் கொண்ட ஒலி அலைகள் ஒன்றுசேர்ந்து ஒலிக் கோலங்களை உண்டாக்குகின்றன.

4. இசைக் கவையின் அலைக்கோலம் :

ஒரு சில கூடான முத்திரை அரக்குத் துளிகளைக்கொண்டு இசைக் கவையின் கவர் முள்ளுடன் ஒரு சிறிய நுண்ணிய கம்பியினை இணைத்திடுக. இசைக்கவை அதன் கைப்பிடியில் இறுகப் பிடித்துக் கொள்ளப்பெற்று மேசையின் உச்சியின் மேற்புறத்தில் கிடைமட்டமாக வைக்கப்பெறுகின்றது. ஒரு சிறு கண்ணாடித் தட்டின்மீது ஓர் எண்ணெய் விளக்கு அல்லது மெழுகுவத்தியினின்றும் புகை படியுமாறு செய்திடுக. இப்பொழுது புகை படிந்த கண்ணாடித் தட்டினை நுண்ணிய கம்பியைக் கொண்ட கவர் முள்ளின்கீழ்க் கிடத்துக; நுண்ணிய கம்பி கண்ணாடித் தட்டினைத் தொடு

...ாறு வளைக்கப்பெற்றுள்ளது. விரல்களைக் கொண்டு அதிர்வுகளைத் தொடங்கித் தட்டின்



மீது ஓர் அலை போன்ற கோடு உண்டாவதற்குப் போதுமான அளவு வேகத்தில் தட்டினை மேசையின் நெடுக இழுத்திடுக.

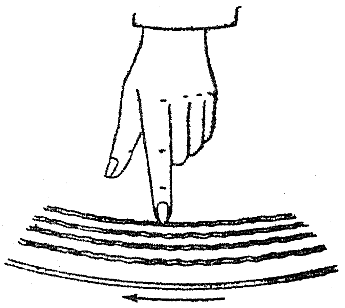
தட்டினை வெவ்வேறு வேகங்களில் இழுத்தும் வெவ்வேறு இசைக் கவைகளைப் பயன்படுத்தியும் இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்க.

அடிமட்டக் கோட்டினின்றும் அலையின் உச்சி எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிக உயரத்திலிருக்கின்றதோ ஒலியும் அவ்வளவுக் கவ்வளவு உரத்த நிலையில் இருக்கும்.

5. கிராமஃபோன் (இசை வழங்கி) ஒலியைத் திரும்பவும் வழங்குகின்றது :

ஒரு 78 r.p.m. (நிமிடத்திற்கு 78 சுற்றுக்கள்) கிராமஃபோன் தட்டினையும் ஒரு சிறு உருப்பெருக்கியையும் கைவசப்படுத்துக. உருப்பெருக்கியின்மூலம் தட்டின் மீது மிக அதிகமான அலை போன்ற கோடுகளைக் காண்பீர்கள். இயன்ருல், வெவ்வேறு வேகங்களைக்கொண்ட தட்டுக்களின் அலைக் கோடுகளை ஒப்பிடுக.

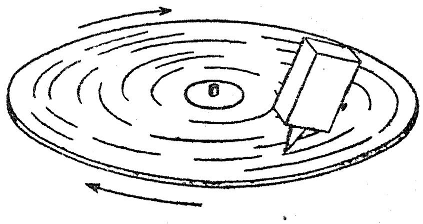
அடுத்து, அதனை அதன் வழக்கமான சுழற்சி வேகத்தில் அமைத்திடுக. உங்களுடைய விரல் நகத்தின் நுனியை பள்ளத்தில் வைத்து கவனமாகக் கேட்டிடுக. உங்களுடைய நகத்தினின்றும் இசை வருவதை நீங்கள் கேட்கின்றீர்களா ? உங்கள் நகம் அதிர்வடைவதை உணர்கின்றீர்களா ? உங்களுடைய நகம்



பள்ளங்களின்மீது செல்லுங்கால் வல்லந்தமாக அதிர்வடையச் செய்யப்பெறுவதும் பதிவு பெற்ற ஒலிகளை உண்டாகச் செய்யப்பெறுவதும் தெளிவாக உள்ளன.

6. திரும்பவும் வழங்கும் ஓர் எளிய சாதனம் :

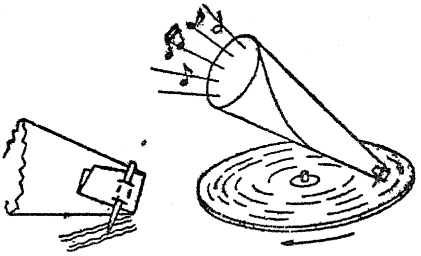
ஓர் அட்டையின் மூலையின்வழியாகவோ அல்லது வெற்றுத் தீப்பெட்டியிலோ ஒரு கிராமஃபோன் ஊசியைக் குத்தி நுழைத்திடுக. மேலே இறுதியாகக் கூறப்பெற்ற சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க. இப்பொழுது விரல்



நகத்தின் இடத்தை இந்த ஊசி பெறட்டும். ஒலி பெருக்கப்பெறுகின்றதா ?

7. திரும்பவும் வழங்கும் மற்றோர் எளிய சாதனம் :

வீட்டில் செய்யப்பெறும் ஓர் அதிகத் திறனுள்ள திரும்பவும் வழங்கும் சாதனத்தை (Reproducer) அமைக்கவேண்டுமாயின், ஒரு கொம்பினைப் பயன்படுத்துவதால் நீங்கள் தொடக்க நிலையிலிருந்த கிராமஃபோன்களைப் போலவே படியெடுக்கலாம் (Copy). அட்டை அல்லது தீப்பெட்டிக்குப் பதிலாக சுமார் 40 × 40 செ. மீ. அளவுள்ள சதுர வடிவ கனமான மேலுறைத் தாளினால் அமைக்கப்பெற்ற ஒரு கொம்பினைப் (Horn) பயன்படுத்துக. தாளினை ஒரு கூம்பு(Cone) வடிவமாக்கிச் சிறிய நுனியை மடித்திடுக. விளக்கப்படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஊசியைப் பருமனான பகுதியில்

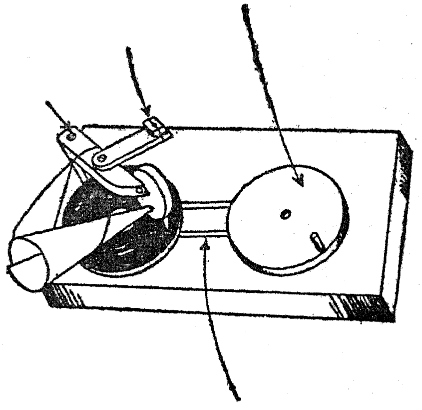


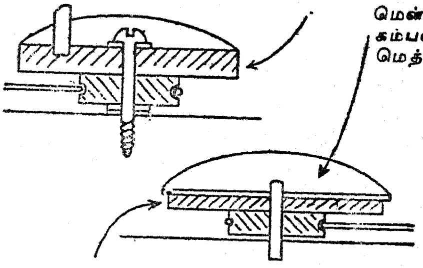
வலிந்து நுழைத்திடுக. தட்டு சுழலும்போது ஊசி பள்ளத்தில் இலேசாகத் தங்குவதற்கேற்றவாறு கொம்பினைப் பிடித்துக் கொள்க. இப்பொழுது, உங்களுடைய திரும்பவும் ஒலி வழங்கும் எளிய சாதனத்தினின்றும் உங்கள் அறையிலுள்ள ஒவ்வொருவரும் இசையினைக் கேட்க வேண்டும்.

8. ஒவ்வொருவருக்கும் ஒரு கிராமஃபோன் :

உங்கட்குத் தேவையானவை : சுமார் 2·5 செ.மீ. கனமும் 30 செ.மீ. குறுக்கு விட்டமுமுள்ள இரண்டு வட்ட வடிவமான மரத்துண்டுகள், சுமார் 80 × 40 × 2·5 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு அடித்தளப் பலகை, அடித்தளமாக உதவும் சுமார் 30 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு மென் கம்பளத் (Flannel) துண்டு, 10 × 10 செ.மீ. அளவுள்ள ஓர் அப்பிரகத் (Mica) தகடு, ஒரு ட்யூக்கோ சீமைக் காரைக் குழல், கிராமஃபோன் ஊசிகள், குண்டூசிகள், திரும்பவும் ஒலி வழங்கும் கருவியின் சட்டமாக உதவும் துருத்திக் கொண்டுள்ள தட்டையான ஓர் உலோக விளிம்புச் சாதனம்(Flange), ஊசியைப் பொருத்துவதற்குரிய ஒரு சாதனம் (Adaptor) ஆகியவையாகும்.

உங்கள் கிராமஃபோன் கிட்டத்தட்ட முதல் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளது போலிருக்கும். படத்தில் விளக்கப்பெற்றுள்ளவாறு இரண்டு வட்டமான மரத் துண்டுகளையும் அடித்தளப்





பலகையின்மீது ஏற்றுக; செலுத்தும் சக்கரமும் சுழலும்-மேசையும் ஒரு பொருத்தமான நீளமுள்ள கெட்டியான நூல் கயிற்றினால் இணைக்கப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும். கிராமஃபோன் தட்டின் அடித்தளமாக அமைவதற்கு மென் கம்பள மெத்தை சுழலும் மேசையின்மீது ஒட்டப்பெறுகின்றது.

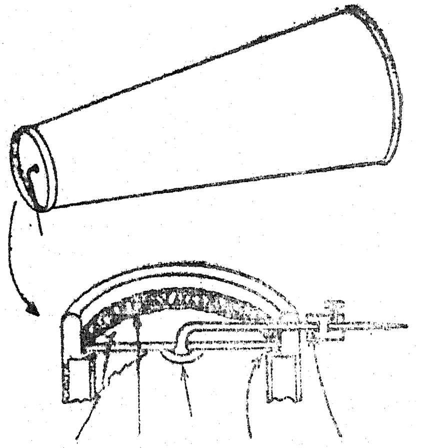
இந்தப் பொறியின் முக்கிய பகுதியாகிய திரும்பவும் ஒலி வழங்கும் சாதனமும் கொம்பும் (Horn) இரண்டு வழிகளில் ஏதாவது ஒன்றினால் செய்யப்பெறலாம். காகிதத்தினாலாகிய பால்

கொள்கலன் முறை மிகவும் எளிதானதாகும். விளக்கப் படத்தைத் தொடர்ந்து காண்க.

(அ) சாதாரணமாக துருத்திக் கொண்டிருக்கும் மூடி தங்கும் உலோக விளிம்புச் சாதனத்தின் ஓரத்தைச் சுற்றிலும் ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையைச் சுத்தமாக இணையச் செய்திடுக.

(ஆ) பால் கொள்கலனின் திறப்பில் பொருத்துவதற்கு அப்பிரகத் தகட்டினின்றும் ஒரு வட்டமான துண்டினை வெட்டுக.

(இ) மையத்தில் ஒரு சிறிய துளையிட்டு சற்று நீளமுள்ள ஒரு குண்டூசியை அதன் கொண்டை



அப்பிரகத் சீமைக் முத்திரை இரப்பர்ப் பற்றுசு
தகடு காரை அரக்கு பட்டை

யருகில் நன்கு வளைத்துத் துளையிலும் அதன் பிறகு உலோக விளிம்புச் சாதனத்தின் மற்றொரு துளையின்வழியாகவும் அதனை நுழைத்திடுக.

(ஈ) ட்யூக்கோ அல்லது விரைந்து உலரும் சீமைக் காரையைக் கொண்டு இடைத்திரையை (Diaphragm) உரிய இடத்தில் இணைத்திடுக.

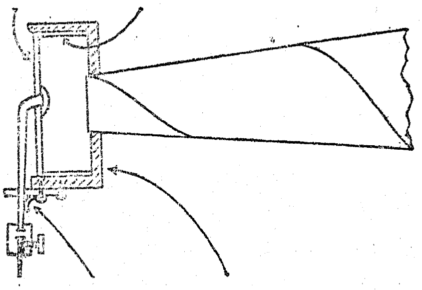
(உ) சரிப்படுத்தும் சாதனத்திற்காக (Adaptor), ஒரு 6·மி. மீ. நீளமுள்ள ஒரு சிறிய பித்தளைக் கோலினை வெட்டி, அதன் ஊடே முற்றும் ஒரு சிறிய துளையிட்டு அதனைக் குண்டூசியின் வெட்டப்பெற்ற முனையுடன் பற்றுசு வைத்துப் பொருத்துக; ஒரு சிறிய உறுதியான மரையாணியைக் கைப்பற்றி, மரையுள்ள பகுதியைவிடச் சற்று சிறிதாக இருக்குமாறு அதன் பக்கத்தில் ஒரு துளையிட்டு, அதன் பிறகு அந்த மரையாணி உறுதியாகப் படியும்வரையில் அதனைப் பலமாகச் சுழற்றி வல்லந்தமாக உள்ளே செலுத்துக.

(ஊ) மேலே (உ) வில் குறிப்பிடப்பெற்ற சரிப்படுத்தும் சாதனத்தைச் செய்வதற்குப் பதிலாக ஏதாவது ஒரு பழைய மின் விளக்குக் குழியினின்றும் (Socket) ஒரு பித்தளை மின்சாரக் கம்பிப் பொருத்தியை (Fixer) நீங்கள் பயன்படுத்தலாம்.

(எ) கொம்பிற்கு, ஒரு மெழுகுத் தாள் பனிப் பாலேட்டுக் கிண்ணம் அல்லது காகிதப் பால் கொள் கலனின் அடிமட்டப் பகுதியை அகற்றி அதனை உலோக விளிம்புச் சாதனத்தின் துளையில் பொருத்துக.

(ஏ) இந்த முழுப் பகுதியையும் ஒட்டும் நாடாவினைக்கொண்டு சுமக்கும் புயத்துடன் இணைத்திடுக; எஞ்சியவை யாவும் உங்களைப் பொறுத்தவை.

அப்பிரகத் தகடு அட்டை



வில் சிறு மரப் வெட்டி

திரும்பவும் ஒலி வழங்கும் சாதனத்தைச் செய்யும் இரண்டாவது முறை மேலே படத்தில் விளக்கப்பெறுகின்றது. ஓர் ஒழுங்கான கிராமஃபோன் அமைக்கப்பெற்ற முறையிலேயே இஃது உங்கட்கு ஒரு கருவியை நல்கும்.

9. கிராமஃபோன்மூலம் ஒலியைப் பதிவித்தல்:

திரும்பவும் ஒலி வழங்கும் செய்முறையின் தலைகீழான முறையே பதிவித்தல் என்ற செய்முறையாகும். குரல் அல்லது வேறு எந்த ஒலியும் ஒரு பொருளை அதிர்வடையச் செய்வதற்கும் இயக்க நிலையிலுள்ள புகையூட்டப் பெற்ற கண்ணாடித் தட்டின்மீது அலை போன்ற கோடுகளை உண்டாக்குவதற்கும் பயப்படுத்தப் பெறுதல் கூடும் என்று நாம் படித்துள்ளோம்.

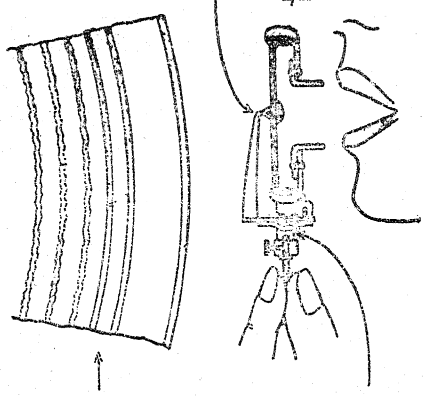
உங்கள் வாய்க்கு முன்பாக ஓர் அட்டையைப் பிடித்துக்கொண்டு அதற்கு எதிராக ஒலிகளை

உண்டாக்கிப் பேசுக. உங்கள் விரல் நுனிகளால் அதிர்வுகளைத்தொட்டு உணர்க.

ஒரு பனிப் பாலேட்டுக் கிண்ணம் அல்லது காகிதப் பால் கொள்கலனின் அடிமட்டப் பகுதியை அகற்றி மெல்லிய தாள் அல்லது இரப்பராலான இடைத்திரையை சிறிய முனையின்மீது கட்டுக. அதனுள் தாழ்ந்த குரலில் பாடி மீண்டும் அதிர்வுகளை உணர்க.

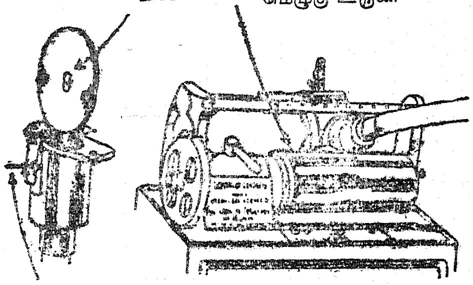
இடைத்திரை அதிர்கின்றது

மேலே இறுதிச் சோதனையில் நீங்கள் செய்த



திரும்பவும் உண்டாக்கும் சாதனத்தைப் பிரித்து விடுக. திறந்த முனையினுள் பேசுக; இங்ஙனம் செய்யும்பொழுது ஊசியின் முனை அதிர்வடைவதைத் தொட்டு உணர்க.

இப்பொழுது திரும்பவும் ஒலி வழங்கும் சாதனத்தை மீண்டும் வைத்து சுழலும் மேசையின் மீதுள்ள வழக்கமான கிராமஃபோன் தட்டின் குறுக்கு விட்ட அளவினையேகொண்ட ஒரு புகையூட்டப்பெற்ற கண்ணாடி வட்டத் தட்டினை வைத்திடுக. கொம்பினுள் பேசுக; அதே சமயத்தில் சுழலும் மேசையையும் சுழலச் செய்திடுக. அதிர்வடையும் ஊசியின் முனை அலை போன்ற கோடுகளை வரையும்; இஃது தான் உங்கள் குரலின் பதிவாகும். புகையூட்டப்



பெற்ற வட்டக் கண்ணாடித் தட்டிற்குப் பதிலாக வட்டமான ஒரு கெட்டியான-மெழுகுத் தகடு பயன்படுத்தப்பெறலாம்.

தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் முதல் பேசும் பொறியை அமைத்திட்டார்; ஒலியைப் பதிவு செய்யும் ஒரு சாதனமாகவும் திரும்பவும் அதனை வழங்கும் சாதனமாகவும் அப் பொறியமைப்பு இருந்தது. அவர் முதலில் ஒலிகளைப் பதிவு செய்து அதன்பிறகு திரும்பவும் அவற்றை வழங்கச் செய்தார். நீங்கள் ஓர் அறிவியல் பொருட் காட்சி நிலையத்தைப் பார்வையிடக் கூடுமாயின் பழைய நாள் முறைப்படி அமைக்கப் பெற்றுள்ள சொற் பதிவுக் கருவியைத் (Dictaphone) தவறுமல் பார்த்திடுக. புதிய வகைக் கருவிகளிருப்பதைவிட அதில் அதன் பகுதிகள் மிகத் தெளிவாகக் காட்டப்பெற்றுள்ளன.

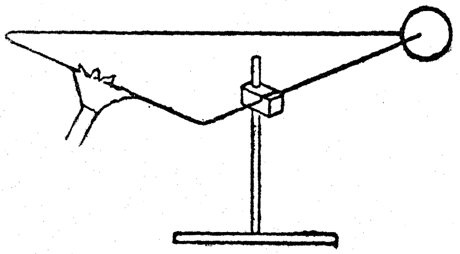
இயல் 13

வெப்பப் படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

A. வெப்பத்தினால் விரியும் விளைவு

1. சூடாக்குவதால் விரிவைக் காட்டும் முக்கோணம் :

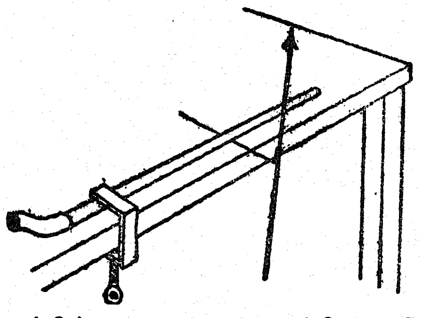
ஓர் உறுதியான உலோகக் கம்பியை முக்கோணமாக வளைத்திடுக. அதனை ஒரு



கிடைமட்டச் சமதளத்தில் தாங்கும்படி அமைத்து, ஒரு மூலையாக அமைந்த கம்பியின் இரண்டு முனைகளும் பற்றிக்கொண்டிருக்கும்படி ஒரு நாணயத்தை வைக்க. எதிர்ப் பக்கத்தை வெப்பமாக்குக; நாணயம் கீழே விழுந்துவிடும்.

2. சூடாக்கப்பெறும்பொழுது ஒரு திண்பொருளின் (Solid) விரிவைக் காட்டுவது :

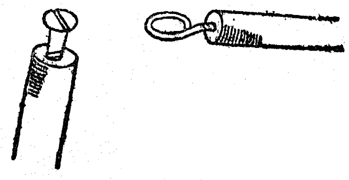
கிட்டத்தட்ட 2 மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு தடித்த தாமிரக் குழல் துண்டொன்றினை அடைக. அதனை ஒரு மேசையின்மீது கிடத்தி அதன் ஒரு முனையை ஓர் பற்றியால் (Clamp) நிலைப்படுத்துக. அதன் மறுபுற முனையின்கீழ் ஒரு வளைந்த தையலூசி அல்லது மிதிவண்டிச்



சக்கரத்தின் ஆரைக்கால் கம்பியை (Spoke) ஓர் உருளையாகச் செயற்படுமாறு அமைத்திடுக. முத்திரை அரக்கினால் நிலைப்படுத்தப்பெற்ற உருளையுடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள சுமார் 1 மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு மெல்லிய 'பால்சா' மரத்துண்டு தன்மீது தங்கியுள்ள கோலின் ஏதாவது இயக்கத்தையும் காட்டும். நிலைப் படுத்தப்பெற்ற குழலின் முனையின்வழியாக ஒழுங்காக நிகழுமாறு ஊதுக; வெப்பமான மூச்சின் காரணமாக ஏற்பட்ட குழலின் விரிவு இந்த அமைப்பினால் கண்டறியப்பெறும். இப்பொழுது இதன் வழியாக நீராவியை அனுப்புக; உருளையின் குறுக்கு விட்டத்தினைப் பொறுத்துக் குறிமுள் ஒரு முற்றுப்பெற்ற சுற்றினையோ அல்லது அதற்கு மேலோ செய்யும். உருளையையும் குறிமுள்ளையும்(Pointer) தளர்ச்சியாகவுள்ள முனையின் அருகில் நகர்த்திய பிறகு, இதே சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. முடிவுகளை ஒப்பிடுக.

3. வளையம்-ஆணியின் சோதனை :

ஒரு பெரிய மரத் திருகாணியையும் ஒரு வளையத்தையுடைய மரையாணியையும் (Screw eye) கைவசப்படுத்துக; மரையாணியின் கொண்டை வளையத்தினுள் சற்றுச் சரியாக நுழையுமாறு இருத்தல்வேண்டும். இரண்டையும் ஒரு குச்சியின் முனையில் திருகி விடுக; குறைந்தது 2·5 செ. மீ. நீளமுள்ள உலோகப் பகுதி துருத்திக் கொண்டிருக்குமாறு அமையச் செய்யவேண்

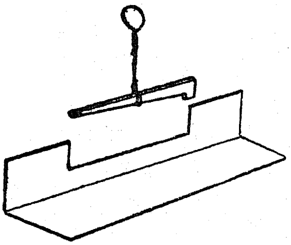


டும். திருகாணியின் கொண்டையை ஒரு சிறிது நேரம் சூடாக்கி அதன்பிறகு அதனை மரையாணி வளையத்தின் வழியாக வைக்க முயலுக. மரையாணியைச் சூடாக வைத்துக் கொண்டே அதே சமயத்தில் மரையாணி வளையத்தையும் ஒரு சுவாலையில் வைத்துச் சூடாக்

குக். இப்பொழுது மரையாணியின் கொண்டையை மரையாணி வளையத்தினூடே வைக்க முயலுக. மரையாணியின் கொண்டையைச் சுவாலையில் வைத்திடுக. மரையாணியின் வளையத்தைத் தண்ணீரில் குளிரச் செய்திடுக. அடுத்து மரையாணியின் கொண்டையைக் குளிரச் செய்து மீண்டும் முயலுக.

4. ஒரு சட்டமும் அளவுகோலும் :

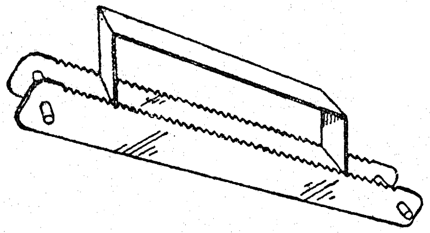
மரபு வழக்காகவுள்ள இந்த ஆய்கருவியை அமைத்திடுவதற்கு வெட்டப்பெற்றுள்ள ஓர் ஆணியைச் சட்டமாகவும் ஒரு தகரத் துண்டினை அளவுகோலாகவும் பயன்படுத்துக.



ஒரு பெரிய கத்தரிக்கோலினைக் (Shears) கொண்டு தகரத்தில் ஒரு பிரிவினை வெட்டி, பிளவுள்ள பகுதி மேனோக்கியிருக்குமாறு அது மேசையின்மீது நிற்பதற்கேற்றவாறு அதனை ஒரு விட்டமாக (Girder) வளைத்திடுக. கைப்பிடியாகப் பயன்படுவதற்கு ஆணியைச் சுற்றிலும் ஓர் இரும்புக் கம்பியைச் சுற்றுக.

5. வெப்பப் படர் கொடி :

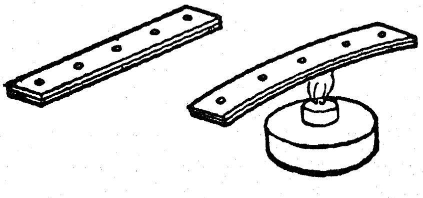
இந்த மாதிரி உருவம் வெப்பத்தின் செயலின் காரணமாக காரீயக் கூரைகள் ஊர்ந்து செல்லுவதை விளக்குகின்றது. பின்னலூசி ஒன்றன்



ஒவ்வொரு முனையிலும் தக்கையொன்றினை அழுத்துக. ஒவ்வொரு தக்கையிலும் இரண்டு குண்டூசிகளைக் குத்துக; இதனால் இந்த ஆய்கருவிக்கு நான்கு கால்கள் அமைகின்றன. இந்தக் கால்கள் சாய்ந்த நிலையிலுள்ளன; இதனால் முன்பக்கத்திலுள்ள இணை ஊசி விரியுங்கால் இவை முன்பக்கமாக நழுவுகின்றன; ஆனால் ஊசி சுருங்குங்கால் அவை பூமியில் பதிந்து பின்புறக் ‘கால்களை’ தமக்குப் பின்னால் இழுக்கின்றன. ஓர் இணை அறுவை வாள்களின்மீது அமைக்கப்பெற்றுள்ள பித்தளைப் பாலம் இம்மாதிரியே செயற்படுகின்றது; உண்மையில் அது மலைமீது ஏறும்.

6. ஓர் இரு உலோகத் துண்டு :

ஒன்றாகச் சேர்த்துப் பிணைக்கப்பெற்ற ஓர் இணை இரும்பு, பித்தளைத் துண்டுகள் விரியும் வேறுபாட்டின் காரணமாக சூடுபடுத்தப் பெறுங்கால் விரியும். ஓர் ஆணியைக்கொண்டு துளைகளிட்டு, சிறிய ஆணிகளை இறுக்கப் பெறும் ஆணிகளாகப் (Rivets) பயன்படுத்துக.

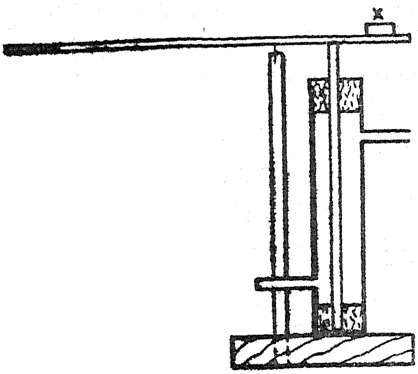


அந்தத் துண்டுகளை சம இடைவெளிகளில் துருத்திக்கொண்டுள்ள பகுதிகளிருக்குமாறு வெட்டி அவற்றை ஒன்றன்மேல் ஒன்றாக வைத்துத் துருத்திக்கொண்டுள்ள பகுதிகளை வளைத்து ஒன்றையொன்று பிணையுமாறு செய்யப்பெறுவது இரண்டாவது வழியில் இறுகப் பொருத்துவதாகும்.

7. விரியும் வீதத்தை அளக்கும் பொறி அமைப்பு :

இயல்–2, இனம்-6 இல் விவரிக்கப்பெற்ற லீபிக் குளிர்கலம் (Liebig’s condenser) இந்தச் சோதனையில் ஒரு நீராவி உறையாகப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. சோதனைக் கோலின் விரிவு நெம்புகோலாகப் பயன்படும் மரத்தாலாகிய மோட்டுமரச் சட்டத்தால் (Wooden lath) பெருக்கப்பெறுகின்றது. உச்சியில்

பொருத்தப்பெற்ற சவர வாள் அலகுடன் கூடிய ஒரு கோல் (Dowelling rod) ஒரு திருப்திகர

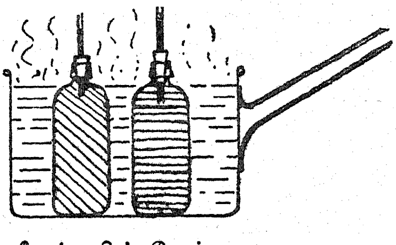


மான சுழலச்சாக (Pivot) அமைகின்றது; x என்பது ஓர் ஈடு செய்யும் எடையாகும்.

முதலில் குளிர்ந்த நீரும் (தண்ணீரும்) அதன்பிறகு நீராவியும் வெளிப்புறக் குழல் வழியாகச் செலுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். நெம்பு கோலின் அளவுகளினின்றும் அதன் தனி முனையின் இயக்கத்தினின்றும் கோலின் விரிவு கணக்கிடப்பெறுகின்றது.

8. திரவங்களின் விரிவு :

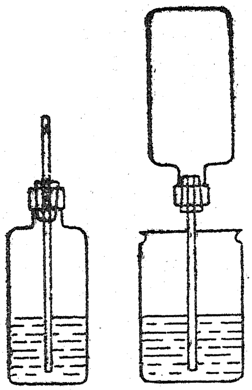
தக்கைகளுடனும் குழல்களுடனும் இரண்டு அல்லது மூன்று ஒரே மாதிரியான மருந்துப் புட்டிகளைப் பொருத்துக. அவற்றில் வெவ்வேறு திரவங்களை நிரப்பி அவற்றை ஒரு சூடான நீருள்ள அகன்ற சட்டியினுள் அமிழ்த்துக. குழல்களினுள் காணப்பெறும் ஏற்றம் நீரின்



விரிவு வீதங்களின் வேற்றுமையை உணர்த்துகின்றது. குழல்களின் குறுக்கு விட்டங்களும் புட்டிகளின் கொள்ளளவும் நமக்குத் தெரிந்தால் தெளிவான விரிவுக் குணங்களைக் (Apparent coefficients of expansion) கணக்கிட இயலும்.

9. வாயுக்களின் விரிவு :

மருந்துப் புட்டிகள் காற்று அல்லது பிற வாயுக்களின் விரிவினையும் காட்டுதல்கூடும். தக்கையின் வழியாகக் கண்ணாடிக் குழலைச் செலுத்



திச் சிறிதளவு காற்றினை அடைக்க. புட்டியின்மீது ஒரு கையை வைத்தால் குழலினுள் திரவம் ஏறுகின்றது.

விளக்கப் படத்தில் வலப்புறத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு குழலினை அமைத்து ஓர் எளிய வடிவமுள்ள காற்று வெப்பமானி இயற்றப் பெறுதல் கூடும். மேலும் கீழே B-2 லுள்ள சோதனையையும் காண்க.

10. வாயுக்களின் விரிவு—சோப்புக் குமிழி :

ஒரு மருந்துப் புட்டியின் கழுத்திற்குமேல் காணும் ஒரு சோப்புக் குமிழி, புட்டியின்மீது வெது வெதுப்பான கைகள் வைக்கப்பெற்றால் மிகப் பெரிதாக வளர்கின்றது.

11. வாயுக்களின் விரிவைக் காட்டும் மற்றொரு முறை :

ஒரு மின் குமிழினின்றும் செய்யப்பெற்ற ஒரு குடுவையின் கழுத்தின்மீது ஒரு பலூனை இழுத்து அமைத்திடுக. ஒரு மெழுகுவத்தி அல்லது சாராய விளக்குச் சுவாலையில் குடுவையை இலேசாகச் சூடாக்குக.

மேலும், இயல்-8 இனம் B 2யும் காண்க.

12. பலூனைக்கொண்டு ஒரு விரிவு சோதனை :

ஒரு பலூனை அல்லது ஒரு கூடைப் பந்தினை (Basket ball) அரைகுறையாகக் காற்றினால் நிரப்புக. பலூனை அல்லது பந்தினைஒரு சூடான

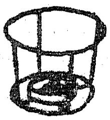
தட்டின் (Hot plate)மீது பிடித்துக்கொள்க; அல்லது வெது வெதுப்பான வெயிலில் சிறிது நேரம் வைத்திடுக. விளைவுகளை உற்று நோக்குக.

13. நெருப்புப் பலூன் :

மகளிர் உடை தைப்பவர்களால் பயன்படுத்தப்பெறும் பைகளைப்போன்ற ஒரு பெரிய காகிதப் பையினின்றும் ஓர் எளிய நெருப்பு பலூனை அமைத்திடுக.

குறுக்கு விட்டத்தின் குறுக்காக ஓர் ஆதாரத்தைக்கொண்ட ஒரு பூ விற்பனையாளரின் இரும்புக் கம்பி வளையத்தினைக்கொண்டு பலூனின் வாயைத் திறந்திடுக. கோந்து பூசப்பெற்ற துண்டுக் காகிதங்களைக்கொண்டு பையில் வளையத்தைப் பொருத்துக. ஆதாரக் கம்பியின் (Stay) நடுவில் ஒரு கடற்பஞ்சுத் துண்டு அல்லது பருத்தியினைக் கட்டி அதனை மரச் சாராயத்தில் (Methylated spirit) அமுக்குக. சாராயத்தைத் தீப்பற்ற வைத்துக் கம்பியினால் பையைப் பிடித்துக்கொள்க. இந்தச் சோதனையில் காகிதப் பை தீப்பற்றிக் கொள்ளும் அபாயமும் உண்டு; ஆகவே இது வெட்ட வெளியில் மிக நன்றாகச் செய்யப் பெறலாம்.

இந்தக் காகிதப் பை பலூன் பறக்கும்போது நிலைத்திராது. அடியிற்கண்டவாறு மிகச் சிறந்த ஒன்று அமைக்கப் பெறுதல் கூடும் :



ஒன்றன்மீது ஒன்றாக ஆறு இழைமூலத் தாளினை (Tissue paper) ஒரு மேசையின்மீது வைத்திடுக. படத்தில் காட்டிய வடிவத்தில் அவற்றினை வெட்டி ஓரங்களைச் சேர்த்து ஒட்டி ஒரு பலூனாக அமைத்திடுக. மூடியாக நின்று அதன் உச்சியை மூடுவதற்கு ஒரு வட்டவில்லை தேவைப்படுகின்றது. முன்போலவே ஒரு வளையத்தைக் கழுத்துடன் பொருத்துக. இத்தகைய ஒரு பலூன் மிகுந்த உயரங்கட்கு உயர்ந்து செல்லும்; அஃது ஒரு பட்டத்தைப் போலவே ஒரு நூலினைக்கொண்டு பறக்கவிடப்பெறுதல் கூடும் சில சாராய விளக்குகளில் பயன்படுவது போன்ற திடப்பொருளாகவுள்ள மரச் சாராயம் கிடைத்தால் அதனைப் பயன்படுத்துவது மிக எளிது. பலூனின் வாயிலுள்ள கம்பி வளையத்துடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு சிறிய தகர மூடியின்மீது அது வைக்கப்பெறுதல் கூடும்.

B. வெப்ப நிலை

1. உங்களுடைய வெப்ப நிலை உணர்வு நம்பத் தக்கதா ? :

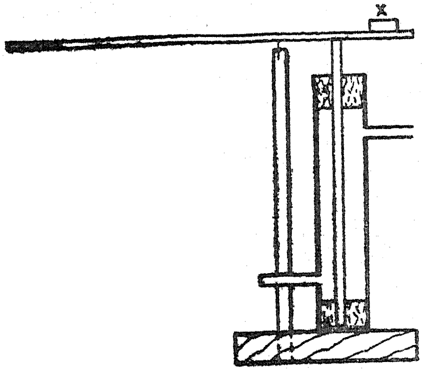
மூன்று தட்டுக்களை நீரினால் நிரப்புக. உங்கள் கை பொறுக்கக்கூடிய அளவு மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள நீரினை வைத்திடுக. இரண்டாவதைப் பனிக்கட்டி வெப்ப நிலையிலுள்ள குளிர்ந்த நீரினால் நிரப்புக. மூன்றாவதில் இள வெப்பமுடைய நீர் இருத்தல் வேண்டும். இரண்டு கைகளையும் இளவெப்பமுள்ள நீரில் வைத்து அவற்றை அங்குக் கிட்டத்தட்ட அரை நிமிட நேரம் பிடித்துக்கொண்டிருக்க. இரண்டு கைகளுக்கும் அந்த நீர் ஒரே வெப்ப நிலையிலுள்ளதாகக் காணப்பெறுகின்றதா? அது சூடாக உள்ளதா? குளிர்ச்சியாக உள்ளதா? இரண்டும் இல்லையா ?

அடுத்து, உங்கள் இடக் கையைச் சூடான நீரிலும் வலக் கையைப் பனிக்கட்டி போன்ற குளிர்ந்த நீரிலும் சுமார் ஒரு நிமிட நேரம் வைத்திடுக. விரைவாக உங்கள் கைகளை உலர்த்திக்கொண்டு மீண்டும் இரண்டு கைகளையும் இளவெப்பமுள்ள நீரில் வேகமாக அமிழ்த்துக. வலக்கை எப்படி உணர்கின்றது? இடக் கை எப்படி உணர்கின்றது? முன்னர் அவை இள வெப்ப நீரில் இருந்தபொழுது உணர்ந்ததைப்போல் அதே உணர்வுடன் உள்ளனவா ? உங்களுடைய வெப்ப நிலை உணர்வைப்பற்றி என்ன நினைக்கின்றீர்கள் ?

2. காற்று வெப்பமானியை (Air thermometer) இயற்றுதல் :

பயன்படுத்தப்பெற்ற மின் குமிழினின்றும் இயற்றப்பெற்ற ஒரு குடுவையில் (அல்லது மெல்லிய சுவரையுடைய புட்டி அல்லது சோதனைக் குழலில்) 60 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணா

பொருத்தப்பெற்ற சவர வாள் அலகுடன் கூடிய ஒரு கோல் (Dowelling rod) ஒரு திருப்திகர

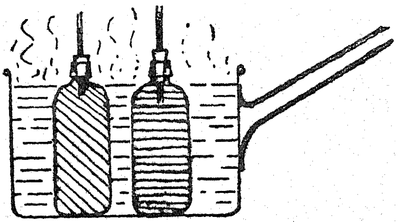


மான சுழலச்சாக (Pivot) அமைகின்றது; என்பது ஓர் ஈடு செய்யும் எடையாகும்.

முதலில் குளிர்ந்த நீரும் (தண்ணீரும்) அதன்பிறகு நீராவியும் வெளிப்புறக் குழல் வழியாகச் செலுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். நெம்பு கோலின் அளவுகளினின்றும் அதன் தனி முனையின் இயக்கத்தினின்றும் கோலின் விரிவு கணக்கிடப்பெறுகின்றது.

8. திரவங்களின் விரிவு :

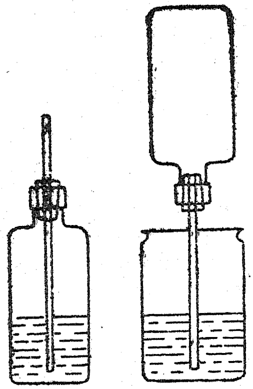
தக்கைகளுடனும் குழல்களுடனும் இரண்டு அல்லது மூன்று ஒரே மாதிரியான மருந்துப் புட்டிகளைப் பொருத்துக. அவற்றில் வெவ்வேறு திரவங்களை நிரப்பி அவற்றை ஒரு சூடான நீருள்ள அகன்ற சட்டியினுள் அமிழ்த்துக. குழல்களினுள் காணப்பெறும் ஏற்றம் நீரின்



விரிவு வீதங்களின் வேற்றுமையை உணர்த்துகின்றது. குழல்களின் குறுக்கு விட்டங்களும் புட்டிகளின் கொள்ளளவும் நமக்குத் தெரிந்தால் தெளிவான விரிவுக் குணங்களைக் (Apparent coefficients of expansion) கணக்கிட இயலும்.

9. வாயுக்களின் விரிவு :

மருந்துப் புட்டிகள் காற்று அல்லது பிற வாயுக்களின் விரிவினையும் காட்டுதல்கூடும். தக்கையின் வழியாகக் கண்ணுடிக் குழலைச் செலுத்



திச் சிறிதளவு காற்றினை அடைக்க. புட்டியின்மீது ஒரு கையை வைத்தால் குழலினுள் திரவம் ஏறுகின்றது.

விளக்கப் படத்தில் வலப்புறத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு குழலினை அமைத்து ஓர் எளிய வடிவமுள்ள காற்று வெப்பமானி இயற்றப் பெறுதல் கூடும். மேலும் கீழே B-2 லுள்ள சோதனையையும் காண்க.

10. வாயுக்களின் விரிவு—சோப்புக் குமிழி :

ஒரு மருந்துப் புட்டியின் கழுத்திற்குமேல் காணும் ஒரு சோப்புக் குமிழி, புட்டியின்மீது வெது வெதுப்பான கைகள் வைக்கப்பெற்றுல் மிகப் பெரிதாக வளர்கின்றது.

11. வாயுக்களின் விரிவைக் காட்டும் மற்ருெரு முறை :

ஒரு மின் குமிழினின்றும் செய்யப்பெற்ற ஒரு குடுவையின் கழுத்தின்மீது ஒரு பலூனை இழுத்து அமைத்திடுக. ஒரு மெழுகுவத்தி அல்லது சாராய விளக்குச் சுவாலையில் குடுவையை இலேசாகச் சூடாக்குக.

மேலும், இயல்-8 இனம் B 2யும் காண்க.

12. பலூனைக்கொண்டு ஒரு விரிவு சோதனை :

ஒரு பலூனை அல்லது ஒரு கூடைப் பந்தினை (Basket ball) அரைகுறையாகக் காற்றினுல் நிரப்புக. பலூனை அல்லது பந்தினைஒரு சூடான

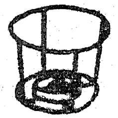
தட்டின் (Hot plate)மீது பிடித்துக்கொள்க; அல்லது வெது வெதுப்பான வெயிலில் சிறிது நேரம் வைத்திடுக. விளைவுகளை உற்று நோக்குக.

13. நெருப்புப் பலூன் :

மகளிர் உடை தைப்பவர்களால் பயன்படுத்தப்பெறும் பைகளைப்போன்ற ஒரு பெரிய காகிதப் பையினின்றும் ஓர் எளிய நெருப்பு பலூனை அமைத்திடுக.

குறுக்கு விட்டத்தின் குறுக்காக ஓர் ஆதாரத்தைச்கொண்ட ஒரு பூ விற்பனையாளரின் இரும்புக் கம்பி வளையத்தினைக்கொண்டு பலூனின் வாயைத் திறந்திடுக. கோந்து பூசப் பெற்ற துண்டுக் காகிதங்களைக்கொண்டு பையில் வளையத்தைப் பொருத்துக. ஆதாரக் கம்பியின் (Stay) நடுவில் ஒரு கடற்பஞ்சுத் துண்டு அல்லது பருத்தியினைக் கட்டி அதனை மரச் சாராயத்தில் (Methylated spirit) அமுக்குக. சாராயத்தைத் தீப்பற்ற வைத்துக் கம்பியினால் பையைப் பிடித்துக்கொள்க. இந்தச் சோதனையில் காகிதப் பை தீப்பற்றிக் கொள்ளும் அபாயமும் உண்டு; ஆகவே இது வெட்ட வெளியில் மிக நன்றாகச் செய்யப் பெறலாம்.

இந்தக்காகிதப் பை பலூன் பறக்கும்போது நிலைத்திராது. அடியிற்கண்டவாறு மிகச் சிறந்த ஒன்று அமைக்கப் பெறுதல் கூடும் :



ஒன்றன்மீது ஒன்றாக ஆறு இழைமூலத் தாளினை (Tissue paper) ஒரு மேசையின்மீது வைத்திடுக. படத்தில் காட்டிய வடிவத்தில் அவற்றினை வெட்டி ஓரங்களைச் சேர்த்து ஒட்டி ஒரு பலூனை அமைத்திடுக. மூடியாக நின்று அதன் உச்சியை மூடுவதற்கு ஒரு வட்டவில்லை தேவைப்படுகின்றது. முன்போலவே ஒரு வளையத்தைக் கழுத்துடன் பொருத்துக. இத்தகைய ஒரு பலூன் மிகுந்த உயரங்கட்கு உயர்ந்து செல்லும்; அஃது ஒரு பட்டத்தைப் போலவே ஒரு நூலினைக்கொண்டு பறக்கவிடப்பெறுதல் கூடும் சில சாராய விளக்குகளில் பயன்படுவது போன்ற திடப்பொருளாகவுள்ள மரச் சாராயம் கிடைத்தால் அதனைப் பயன்படுத்துவது மிக எளிது. பலூனின் வாயிலுள்ள கம்பி வளையத்துடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு சிறிய தகர மூடியின்மீது அது வைக்கப்பெறுதல் கூடும்.

B. வெப்ப நிலை

1. உங்களுடைய வெப்ப நிலை உணர்வு நம்பத் தக்கதா ? :

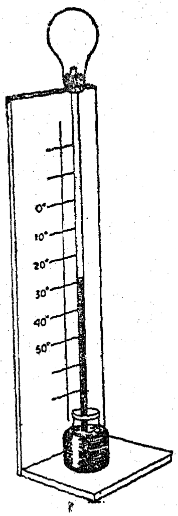
மூன்று தட்டுக்களை நீரினால் நிரப்புக. உங்கள் கை பொறுக்கக்கூடிய அளவு மிக உயர்ந்த வெப்ப நிலையிலுள்ள நீரினை வைத்திடுக. இரண்டாவதைப் பனிக்கட்டி வெப்ப நிலையிலுள்ள குளிர்ந்த நீரினால் நிரப்புக. மூன்றாவதில் இளவெப்பமுடைய நீர் இருத்தல் வேண்டும். இரண்டு கைகளையும் இளவெப்பமுள்ள நீரில் வைத்து அவற்றை அங்குக் கிட்டத்தட்ட அரை நிமிட நேரம் பிடித்துக்கொண்டிருக்க. இரண்டு கைகளுக்கும் அந்த நீர் ஒரே வெப்ப நிலையிலுள்ளதாகக் காணப்பெறுகின்றதா ? அது சூடாக உள்ளதா? குளிர்ச்சியாக உள்ளதா? இரண்டும் இல்லையா ?

அடுத்து, உங்கள் இடக் கையைச் சூடான நீரிலும் வலக் கையைப் பனிக்கட்டி போன்ற குளிர்ந்த நீரிலும் சுமார் ஒரு நிமிட நேரம் வைத்திடுக. விரைவாக உங்கள் கைகளை உலர்த்திக்கொண்டு மீண்டும் இரண்டு கைகளையும் இளவெப்பமுள்ள நீரில் வேகமாக அமிழ்த்துக. வலக்கை எப்படி உணர்கின்றது? இடக்கை எப்படி உணர்கின்றது? முன்னர் அவை இள வெப்ப நீரில் இருந்தபொழுது உணர்ந்ததைப்போல் அதே உணர்வுடன் உள்ளனவா ? உங்களுடைய வெப்ப நிலை உணர்வைப்பற்றி என்ன நினைக்கின்றீர்கள் ?

2. காற்று வெப்பமானியை (Air thermometer) இயற்றுதல் :

பயன்படுத்தப்பெற்ற மின் குமிழினின்றும் இயற்றப்பெற்ற ஒரு குடுவையில் (அல்லது மெல்லிய சுவரையுடைய புட்டி அல்லது சோதனைக் குழலில்) 60 செ. மீ. நீளமுள்ள கண்ணா

டிக் குழலைக்கொண்ட ஓர் ஒரு துளை இரப்பர் அடைப்பானைப் பொருத்துக. குமிழினுள் அடைப்பான் காற்றுப் புகா நிலையில் பொருந்தியிருத்தல் வேண்டும். இணைப்பில் ஒரு மெழுகு வத்தியினின்றும் சிறிது மெழுகினைச் சொட்ட விட்டு அடைப்பானை நன்கு அடைத்துவிடலாம். விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு மரத்தினின்றும் ஒரு தாங்கியை உங்கள் வெப்பமானிக்கு அமைத்திடுக. குழலுக்குப் பின்புறத்தில் ஒரு துண்டுக் காகிதத்தை ஓர் அளவு கோலாக ஒட்டுக. குழலின் கீழ் முனையை மையினால் நிறமூட்டப்பெற்ற நீருள்ள ஒரு சிறு புட்டியில் வைத்திடுக. வெப்பமானியிலுள்ள சிறிதளவு காற்றினை வெளியேற்றுவதற்கு அதனை இலேசாகச் சூடாக்குக. குமிழ், அறையின் வெப்பநிலைக்குக் குளிரும்பொழுது நிறமூட்டப்பெற்ற நீர் கிட்டத்தட்டக் குழலின் பாதியளவு உயரம்வரை ஏறுவதற்குப் போதுமான காற்றினை வெளியேற்றுக.



உங்கள் அளவுகோலினை அமைத்திடுவதற்கு வெப்பமானி ஓர் அறையில் பல மணி நேரம் அப்படியே நிற்கட்டும். குமிழின் அருகில் மற்றொரு வெப்பமானியை வைத்துக்கொள்க. நீர் மட்டத்தில் தாளின்மீது ஒரு கோட்டினை வரைக; இந்த இடத்தில் வெப்பமானியின் அளவினைக் குறித்திடுக. அடுத்து, உங்கள் வெப்பமானியை ஒரு வெது வெதுப்பான இடத்திற்குக் கொண்டு சென்று அங்கு ஒரு மணி நேரம் அப்படியே இருக்கும்படி செய்க; குமிழின் அருகில் மற்றொரு வெப்பமானியும் முன்னிருந்தபடியே இருக்கட்டும். நீர் மட்டத்தையும் வெப்ப நிலையையும் குறித்துக்கொள்க. மீண்டும் அதனை ஒரு குளிர்ந்த இடத்திற்குக் கொண்டு சென்று மீண்டும் நீர் மட்டத்தையும் வெப்ப நிலையையும் குறித்துக்கொள்க. இந்தக் குறிகளுக்கு இடையேயுள்ள இடத்தைச் சமப் பிரிவுகளாகப் பிரித்து அவற்றிற்கு இசைந்த வெப்ப நிலைகளைக் குறித்திடுக.

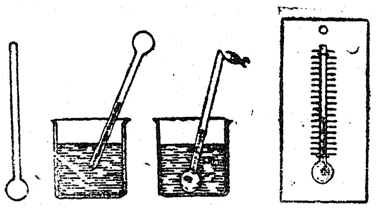
3. வெப்பமானி எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது ? :

தீய்ந்துபோன மின் விளக்குக் குமிழினின்றும் செய்யப்பெற்ற ஒரு குடுவையை மையினால் நிறமூட்டப்பெற்ற நீரினால் நிரப்புக. 30 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழலைத் தாங்கிக்கொண்டுள்ள ஓர் ஒரு-துளையுள்ள அடைப்பானைக் குழலில் 5 அல்லது 6 செ. மீ. அளவு நீர் ஏறும்வரையில், குடுவையுள் செருகுக. குடுவையை ஒரு முக்காலியின்மீது ஒரு சாராய அடுப்பின்மேல் இருக்குமாறு வைத்திடுக; அதனைக் சூடாக்கும்பொழுது நீர் மட்டத்தினை உற்றுநோக்குக. கண்ணாடியைவிட நீர் மிக அதிகமாக விரிவடைந்து குழலில் ஏறுகின்றது. குழலை மிகவும் கூர்ந்து நோக்கும் ஒரு சிலர் சூடாக்குதல் தொடங்கப்பெறும் அந்தக் கணத்தில் முதலில் நீர் மட்டம் கீழிறங்குவதையும் அதன் பிறகு ஏறத் தொடங்குவதையும் கவனித்திடலாம். கண்ணாடிக் குமிழினுள்ளிருக்கும் நீர் கண்ணாடியின் வெப்பநிலையை அடைவதற்கு முன்னர் கண்ணாடிக் குழல் விரிவடையத் தொடங்குவதே இதற்குக் காரணமாகும்.

4. ஸ்பிரிட் வெப்பமானியை இயற்றுதல் :

வெப்ப நிலை மாற்றங்களை மட்டிலும் சரியாக உணர்த்துவதற்குப் போதுமான ஓர் எளிய ஸ்பிரிட் வெப்பமானியை (Spirit thermometer) இயற்றுவதற்கு 20-30 செ. மீ. நீளமும் கிட்டத்தட்ட 5 மி.மீ. வெளிக் குறுக்கு விட்டமும், கிட்டத்தட்ட 1 மி. மீ. துளையும் உள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழலைப் பயன்படுத்துக. கிட்டத்தட்ட 1.5 செ. மீ. வெளிக் குறுக்கு விட்டத்தைக்கொண்ட ஒரு குமிழ் முதலில் குமிழின் ஒரு முனையில் ஊதப்பெறுகின்றது; ஓர் இரப்பர்க் குழலின் வழியாகவும் ஒரு புனலின் வழியாகவும் நிறமூட்

டப்பெற்ற வணிகச் சாராயம், வெப்பமானி முற்றிலும் காற்றுக் குமிழிகளின்றும் நிரம்பும்வரை



யிலும், நுழைய அநுமதிக்கப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு வெப்பமானி 60°C. உள்ள நீரில் வைக்கப்பெறுகின்றது; இந்த வெப்ப நிலை சாராயத்தின் கொதி நிலையைவிடச் சற்றுத் தாழ்ந்ததாகவுள்ளது. இதனுல் அதிகப்படியாகவுள்ள சாராயம் கசிந்தொழுகுகின்றது. அதன் பிறகு திறந்த முனை உருகச்செய்து மூடப்பெறுகின்றது. வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் நீரில் வெப்பமானி வைக்கப்பெற்றுச் சோதிக்கப்பெற்று அளவு கோடுகள் குறிக்கப்பெறுகின்றன.

5. வெப்பமானியைச் சோதித்தல் :

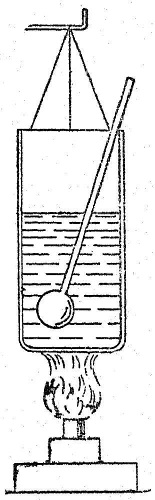
வெப்பமானியின் அளவுகள் நீராவியின் வெப்பநிலை, உருகும் பனிக்கட்டியின் வெப்ப நிலை என்ற இரண்டு நிலையான புள்ளிகளில் குறிக்கப்பெறுகின்றன. ஒரு வெப்பமானியைக் கைவசப்படுத்தி ஒரு குடுவையில் கொதித்துக்கொண்டிருக்கும் நீரின் மேற்பரப்புக்குமேல் வைத்திடுக. அங்குப் பல நிமிட நேரம் இருக்குமாறு விட்டு வைத்து எவ்வளவு அருகில் 100°C. அல்லது 212°F. வெப்ப நிலைகளை அது காட்டுகின்றது என்பதைக் கவனித்திடுக.

குறிப்பு: நீங்கள் மிக உயரமான பகுதியில் வசித்தால், குறைந்த அமுக்கத்தின் காரணமாக நீராவியின் வெப்பநிலை 100°C. அல்லது 212°F. க்குக் கீழேயே இருக்கும். கடல் மட்டத்தில் அல்லது காற்று அழுத்தமானியின் பாதரசத்தின் அளவு 760 மி. மீ. காட்டப்பெறும்பொழுது மட்டிலுந்தான் வெப்பமானி சரியான அளவினைக் காட்டும்.

நீராவியினின்றும் வெப்பமானியை அகற்றி, சில விநாடிகள் அதனைக் குளிரவிட்டு அதன் பிறகு உருகிய நிலையில் பனிக்கட்டியைக் கொண்ட ஒரு சாடியில் அதனை வைத்திடுக. எவ்வளவு அருகில் 0°C. அல்லது 32°F. வெப்ப நிலைகளை அது காட்டுகின்றது என்பதை உற்று நோக்குக.

6. வெப்பமும் வெப்பநிலையும்—ஒரு கலோரி என்பதன் கருத்து :

50 க. செ. மீ. நீரையும் ஒரு வெப்பமானியையும் கொண்ட ஒரு தகரக் குவளையை ஒரு சிறிய புன்சென் சுவாலையின்மீது அல்லது மெழுகு வத்திச் சுவாலையின்மீது தொங்கவிடுக. விடாமல் கிளறிக்கொண்டே அதனை 2 நிமிடங்கள் சூடாக்குக; இறுதி வெப்ப நிலையைக் குறித்துக் கொள்க. குவளையிலுள்ள நீரைக் கொட்டி விட்டு 100, 150, 200 க. செ. மீ. அளவுகளுள்ள நீரைக்கொண்டு அதே சுவாலையைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. 1 க. செ. மீ. அளவுள்ள நீரை

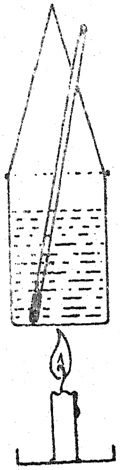


1 கிராம் என்று கொள்வது போதுமான அளவு சரியாக இருக்கும். ஒவ்வொரு சோதனையிலும் நீரின் பொருண்மையையும் (Mass), வெப்ப நிலை ஏற்றத்தையும் பெருக்கி, பெருக்கற்பலனைக் காண்க. ஒவ்வொரு நீரின் பொருண்மைக்கும் சுவாலையினுல் ஒரே வெப்பம் தரப்பெறுவதால் இந்த முடிவு 1 கிராம் நீர் 1°C. உயருவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் வெப்ப அளவே வசதியான வெப்பமூல அளவு (அலகு - unit) என்ற கருத்தேற்றத்தைத் தருகின்றது. இந்த மூல

அளவு (அலகு) கிராம் கலோரி (Gram calorie) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது.

7. எரிபொருளின் கலோரி மதிப்பு :

எரி பொருள்கள் தம்முடைய வெப்ப விளைவுகளில் பெரிதும் வேறுபடுவதால் அவற்றின் ஒப்பு விளைவுத் தன்மையைக் (Relative effec-



tiveness) குறிப்பிடக்கூடிய ஏதாவது ஒரு வழியை மேற்கொள்ளுதல் மிகவும் பயனுடையதாக இருக்கும். ஒரு கிராம் எடையுள்ள பொருள் முற்றிலும் எரிந்துபோகுங்கால் வெளிவிடும் கலோரிகளின் எண்ணிக்கை ஒரு பொருத்தமான குறி-எண்ணாக (Index) அமையும்; இது கலோரி மதிப்பு (Calorific value) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது.

மெல்லிய கம்பிகளைக்கொண்டு ஒரு தாங்கியிலிருந்து ஒரு சிறிய குவளையைத் தொங்கவிடுக. அதில் 100 க. செ. மீ. அளவு நீரை ஊற்றி இதன் வெப்ப நிலையைக் குறித்துக் கொள்க. ஒரு தகர மூடியின்மீது ஒரு சிறிய மெழுகுவத்தியை வைத்து அதனை நிறுத்திடுக. இப்பொழுது அதனை நீருள்ள குவளையின்கீழ் வைத்து திரியை எரியவிடுக. வெப்பமானியால் நீரைக் கிளறிவிடுக; வெப்ப நிலை 60°C.யை அடைந்ததும் சுவாலையை அணைத்து மீண்டும் தகர மூடியையும் மெழுகுவத்தியையும் நிறுத்திடுக. நீரின் பொருண்மையையும் (க. செ. மீ.ல்) வெப்ப நிலை ஏற்றத்தையும் (C°. களில்) பெருக்கி வரும் பெருக்கற்பலன் உண்டாக்கப் பெறும் கலோரிகளைத் தருகின்றது; பயன்படுத் பெற்ற மெழுகுவத்தியின் பொருண்மை இரண்டு நிறுவைகளினின்றும் (weighings) கண்டறியப்பெறலாம். இந்த இரண்டு அளவீடுகளினின்றும் 'கலோரி மதிப்பு' கணக்கிடப் பெறுதல்கூடும். கெட்டிப்பொருள் நிலையிலுள்ள மெதிலேடட் ஸ்பிரிட் அல்லது மெதிலேடட் ஸ்பிரிட் விளக்கு இச்சோதனையில் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

C. வெப்ப இடமாற்றம்

1. இரும்புச் சட்டத்தில் வெப்பம் கடத்தல்:

குறைந்தது 30 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு தாமிரம், பித்தளை அல்லது அலுமினியச் சட்டத்தைக் கைவசப்படுத்துக. அந்தச் சட்டத்தில் 3 செ. மீ. இடைவெளிகளில் இறுகிய பாரஃபின் மெழுகினைக்கொண்டு ஆணிகளை இணைத்திடுக. ஒரு மேசையின்மீது அச்சட்டம் அமையுமாறு செய்து ஒரு சாராய விளக்குச் சுவாலை அல்லது வேறு சுவாலையினைக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையைச் சூடாக்குக. சட்டத்தின் நெடுக வெப்பம் கடத்தல் (Conduction) மூலம் நகருகின்றது என்ற சான்றுகளை உற்று நோக்குக.

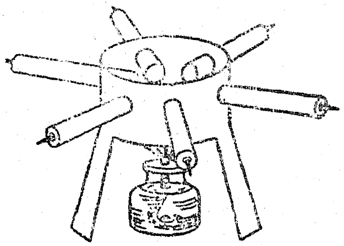
2. உலோகங்கள் வெவ்வேறு விதங்களில் வெப்பத்தைக் கடத்துகின்றன :

15 செ. மீ. நீளமுள்ள பல உலோகத் துண்டுகளைப் பெறுக. அச்சட்டங்கள் யாவும் கிட்டத்தட்ட ஒரே குறுக்குவிட்ட அளவினைக் கொண்டனவாக இருத்தல் வேண்டும். ஒரு தகரக் குவளையினின்றும் இயற்றப்பெற்ற ஒரு முக்காலியின் பக்கத்தில் துளைகளை இடுக. சட்டங்கள் யாவும் குவளையின் மையத்தைத் தொடக்கூடியவாறு அவற்றை அத்துளைகளினுள் நுழைத்திடுக. சிறிதளவு பாரஃபின் மெழுகினைக் கொண்டு ஒவ்வொரு சட்டத்தின் வெளிப்புற முனையிலும் ஓர் ஆணியைப் பொருத்துக. ஒரு

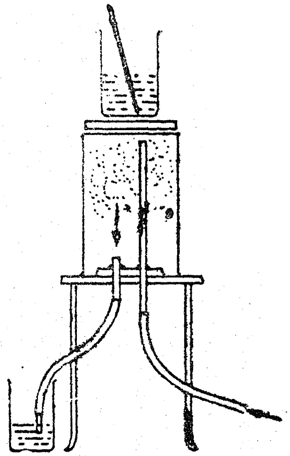
சாராயச் சுவாலை ஒவ்வொரு சட்டத்தின் உட்புற முனையையும் சமமாகத் தொடுமாறு அதனை முக்காலியின் அடிப்புறத்தில் வைத்திடுக. சட்டங்களின் வெளிப்புற முனையினின்றும் ஆணிகள் விழும் ஒழுங்கினை உற்றுநோக்குக. இத்தலைப்பிலுள்ள பெரும்பாலான எளிய சோதனைகள் யாவும் வெப்ப-எண்ணையும் (Specific heat) கடத்தலையும் உள்ளடக்கியிருத்தலால் அவை குழப்பத்தைத் தருகின்றன.

3. வெவ்வேறு பொருள்களின்மூலம் கடத்தப் பெறும் வெப்பத்தை அளத்தல் :

இயல்-2, இனம் C5 இல் விவரிக்கப் பெற்ற நீராவிக் குவளை தலைகீழாக ஒரு முக்காலியின்மீது வைக்கப்பெற்றால் அது கடத்தலைப்



பற்றிய சோதனைகளில் ஒரு சூடான தட்டாகப் பயன்படும்: நீளமான குழல் வழியாக நீராவி நுழைக்கப்பெற்றுக் குளிர்ந்த நீரில் திரவமாய்ச் சுருக்கப்பெறுகின்றது. சூடான தட்



டின்மீது ஓர் அட்டைத் தகட்டினை வைத்து அதன்மீது 100 க. செ. மீ. நீரையும் ஒரு வெப்பமானியைக் கொண்ட ஒரு சிறிய குவளையையும் வைத்திடுக. 5 நிமிடங்கள் கழிந்ததும் வெப்பநிலை ஏற்றத்தை அளந்து அனுப்பப்பெற்ற வெப்பத்தின் அளவைக் கணக்கிடுக. சம அளவு கனமுள்ள உலோகத் தகடுகள் துணி, தக்கை முதலியவற்றைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்க.

4. உலோகங்கள் நல்ல வெப்பக் கடத்திகள் :

ஒரு மெழுகுவத்திச் சுவாலையின் மேற்பக்கமாக ஒரு துண்டுக் காகிதத்தை வைத்திடுக ; அஃது அண்மையில் கொணரப்பெற்றால் கருகிவிடும். அத்தாளின்மீது ஒரு நாணயத்தை வைத்துச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக ; உலோகம் வெப்பத்தினை அப்பால் கடத்தி அத்தாளின்மீது ஒரு கோலத்தையும் விட்டுச் செல்லும்.

5. உலோகம், மரம் இவற்றின் கடத்தும் திறன் :

ஒரு மரக் கோல் பொருத்தப்பெற்றுள்ள ஓர் உலோகக் குழல் இதே விளைவினையே காட்டுகின்றது; மரக்கோல் ஒரு சுவாலையின்மீது பிடிக்கப்பெற்றால், அஃது எரியாது. ஒரு முனையில் ஓர் உலோகப் பட்டையுடன்கூடிய ஒரு பேனாவின் மூடி இந்தச் சோதனைக்குப் பயன்படுத்தப்பெறுதல்கூடும். ஒரு சிறு-சுருட்டு, ஓர் உலோக நாணயம், ஒரு கைக்குட்டை இவற்றைக்கொண்டு செய்யப்பெறும் ஓர் எளிய சோதனையிலும் இதே தத்துவம்தான் அடங்கியுள்ளது. விரலுக்கும் பெருவிரலுக்கும் இடையில் துணியை இறுக்கமாக இழுத்துப் பிடித்த நிலையில் நாணயத்தின்மீது கைக்குட்டையை மூடுக. சிறு-சுருட்டின் சிவந்த சூடான தணலைக் கைக்குட்டையின் இப்பகுதியில் வைத்து அழுத்துக ; அஃது எரிகின்றதில்லை.

6. உலோகத்தாலான மெல்லிய கம்பிவலை மூலம் கடத்தல் :

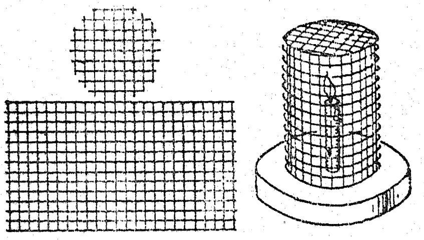
ஒரு சாராயச் சுவாலையில் அல்லது ஒரு புன்சென் சுவாலையில் ஓர் உலோகத்தாலான மெல்லிய கம்பி வலையைப் பிடித்துக் கொள்க.

வெப்பம் சுவாலையினின்றும் அப்பால் கம்பிகளால் கடத்தப் பெறுவதால் திரையின் வழியாகச் சுவாலை வராததை உற்றுநோக்குக.

உங்களுடைய அறையில் வாயு இருப்பின் ஒரு முக்காலியின் அடிப்புறத்தில் ஓர் அடுப்பினை வைத்து அதனைக் கம்பித் திரையால் மூடுக. வாயுவினைத் திருப்பிவிட்டு அதனைத் திரைக்கு மேல் தீப்பற்றச் செய்க. வெப்பம் திரைக்கு அப்பால் கடத்தப்பெறுவதாலும் திரைக்குக்கீழ் உள்ள வாயுவினை அதனுடைய கொழுந்து விட்டெரியும் வெப்ப நிலையை அடைவதினின்றும் தடுப்பதாலும் வாயு திரைக்குமேல் மட்டிலும் எரிவதை நீங்கள் உற்றுநோக்குவீர்கள். இந்த உற்றுநோக்கல் தான் சர் ஹம்ஃப்ரே டேவிக்குச் சுரங்கத்தொழிலாளர்களின் பாதுகாப்பு விளக்கினைக் (Safety lamp) கண்டறிவதற்குரிய கருத்தினை அளித்தது ; இந்த விளக்கு நிலக்கரிச் சுரங்கங்களில் நேரிடும் வாயுக்கள் வெடித்தலைத் தடுத்தது.

7. மாதிரி டேவி விளக்கு :

கம்பி வலையின் கடத்தும் திறனைப்பற்றிய மரபு வழக்காக செய்யப்பெற்று வரும் சோதனைகள் அப்போதைய ஏற்பாடாகச் செய்யப்பெற்ற டேவி விளக்கினால் அறியப்பெறுதல் கூடும். ஓர் உருளை போன்றமைக்கப்பெற்றுள்ள கம்பி

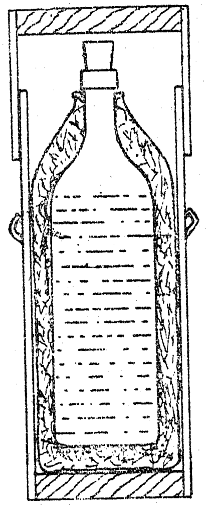


வலையினுள் அடங்கியிருக்கும் ஒரு கிறிஸ்துமஸ் மெழுகுவத்தி ஓர் இரப்பர்க் குழாயின் கூர் நுனிக் குழலின் வழியாக வரும் வாயுவினைத் தீப்பற்றச் செய்வதில்லை.

ஒரு மரக்கட்டை அல்லது பிளாஸ்டிக் காரை அடித்தளமாகப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது.

8. வைக்கோல் பெட்டி வெப்பங் காக்கும் குடுவை :

ஒரு புட்டி தளர்ச்சியாக அமையக்கூடிய ஒரு துணிப் பையைத் தயாரித்து, அதனுள் இலவம் பஞ்சு, கழிவுப் பருத்தி இவற்றை நிரப்புக. இதனை ஓர் அட்டைப் பெட்டி அல்லது மூங்கிற்குழலில் அடக்கி வைத்திடுக ; தூக்கிச் செல்வதற்கு ஏற்றவாறு ஒரு கயிற்று வளையமும் அமைத்திடலாம். வெற்றிடம் இதில் பயன்



படுத்தப்பெறாவிடினும், பானங்கள் பல மணி நேரம் இதில் குளிர்ச்சியாகவோ சூடாகவோ வைக்கப்பெறுகின்றது.

9. நீர் ஒரு குறை வெப்பக் கடத்தியாகும் :

குளிர்ந்த நீருள்ள ஒரு சோதனைக் குழலின் அடிமட்ட முனையைப் பிடித்துக்கொள்க. நீர் கொதிக்கும்வரையில் மேல் மட்டத்தை ஒரு புன்சென் சுவாலையில் சூடாக்குக. இப்பொழுதும் நீங்கள் சோதனைக் குழலைப் பிடித்திருப்பதிலிருந்தே நீர் ஒரு குறை வெப்பக் கடத்தி என்பது காட்டப்பெறுகின்றதன்றோ ?

10. திரவங்களில் வெப்பம் நகர்முறைக் கடத்தலால் இடமாற்றம் செய்யப்பெறுகின்றது :

சூடுபடுத்தப்பெறக்கூடிய ஒரு பெரிய கண்ணாடிச் சாடியைக் கைப்பற்றுக. காஃபி தயாரித்திடும் ஒரு கண்ணாடிச் சாதனத்தின் அடிப்பகுதி இதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். சாடியை நீரினால் நிரப்புக. பொடியாக்கப்பெற்ற மையொற்றுத் தாளின் துகள்கள் அல்லது மரத் துகள்களை நீரில் போட்டு அவை அடி மட்டத்தில் நிலைப்படும்வரை காலம் கொடுத்திடுக. இப்பொழுது ஒரு சாராய விளக்கின்மீது வைத்து அதனைச் சூடாக்கத் தொடங்குக. காகிதத் துகள்கள் செல்லும்

சுவடுகளை உற்றுநோக்குக. காகிதத் துகள்கள் நீரில் ஏற்படும் நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்களைப் (Convection currents) பின்பற்றிச் செல்லுகின்றன.

11. நகர் முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்களை உண்டாகச் செய்கின்றது எது ?

ஒரு பெரிய சாடியைக் குளிர்ந்த நீரினால் நிரப்பி அதைச் சரியாக ஒரு தராசில் வைத்து நிறுத்திடுக. அதே அளவு வெந்நீரால் சாடியை நிரப்பி மீண்டும் நிறுத்திடுக. சூடான நீரினைக் கொண்ட சாடி குறைவான நிறையுள்ளதாக இருப்பதை நீங்கள் உற்றுநோக்குவீர்கள். ஒரு கன அளவிற்குச் சரியான கன அளவு தண்ணீர் வெந்நீரைவிட அதிகப் பளுவானதாக இருக்கின்றது; ஆகவே நீர் சூடாக்கப்பெறுங்கால், தண்ணீரால் சூழப்பெற்றுள்ள வெந்நீர் மிதக்கும் தன்மையின் காரணமாக உயர்த்தப்பெறுகின்றதாதலால் நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்கள் உண்டாக்கப்பெறுகின்றன. அதாவது, வெந்நீர் தண்ணீரைவிடக் குறைந்த திண்மையுடையது; ஒரு திரவத்தில் நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்கள் ஏற்படுவதற்கு இதுதான் காரணமாகும்.

12. நீரின் அடர்த்தியில் (Density) வெப்ப நிலையின் விளைவு :

ஒரு பொருள் தண்ணீரிலும் அதன்பிறகு வெந்நீரிலும் தொங்கவிடப்பெறுங்கால் மேல்நோக்கியே உந்து விசையில் ஏற்படும் மாற்றங்கட்கு செயல் விளக்கம் அளிப்பதற்கு இயல்-2, இனம் A 11இல் விவரிக்கப்பெற்றுள்ள கூருணர்வுத் தராசு பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். தராசுத் தட்டு ஒன்றன் இடத்தில் அதற்குப் பதிலாகத் தராசுக் கோலினின்றும் தொங்கவிடப்பெறும் ஒரு சாவி அல்லது வேறு பொருத்தமான ஓர் உலோகப் பொருளினை வைத்திடுக. இதனை ஒரு குவளை நீரில் வைத்துச் சரி-எடை கட்டுக. இப்பொழுது நீரின் வெப்பநிலையை உயர்த்துவதற்கு அதில் நீராவியை ஊதுக; சாவி தன் மீது ஏற்படும் குறைந்த உந்து விசையின் காரணமாக அதிகப் பளுவாக ஆவதைக் கவனித்திடுக. திரவங்களைவிட உலோகங்கள் மிகக் குறைவாக விரிவடைவதால் விளைவு எளிதாகப் பார்க்கப்பெறுகின்றது. மிகச் சரியான அளவீடுகள் தேவைப்பட்டால், உலோகத்தின் விரிவுபற்றிய திருத்தம் செய்யப்பெறலாம்; அல்லது சாவிக்குப் பதிலாக இன்வார் (Invar) போன்ற விரியக்கூடாத ஒரு கலப்பு உலோகம் பயன்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும்.

13. எந்த வெப்ப நிலையில் நீர் தன்னுடைய மிக உயர்ந்த அடர்த்தியை அடைகின்றது ? :

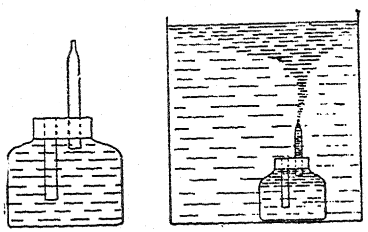
நீருள்ள ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் ஒரு பனிக்கட்டித் துண்டினை வைத்திடுக. ஒரு வெப்பமானி மேற்பரப்பில் வெப்பநிலையை அளக்கக்கூடியதாகவும், மற்றொன்று அடிமட்டத்தின் அருகில் வெப்ப நிலையை அளக்கக் கூடியதாகவும் இரண்டு வெப்பமானிகளை அமைத்திடுக. பனிக்கட்டியால் குளிர்வடைந்த நீர் அடிமட்டத்திற்குப் போவது கவனிக்கப் பெறலாம்; கண்ணாடிப் பாத்திரத்தின் அடிமட்டத்திலுள்ள நீர் கிட்டத்தட்ட 4°C. வெப்ப நிலையை எய்தும்வரை இது தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றது. இந்த வெப்ப நிலையில் அது நெடுநேரம் அப்படியே இருக்கும்; மிகக் குளிர்ந்த நீர் பனிக்கட்டியின் அருகில் தங்கிக் கொண்டிருக்கும். இதிலிருந்து 4°C. வெப்ப நிலையிலுள்ள நீர் 0°C. வெப்பநிலையிலுள்ள நீரைவிட அதிக அடர்வுடையது என்பது உய்த்துணரப்பெறலாம்.

நீரின் இந்த விநோதமான நடத்தை இயற்கையில் மிகப் பெரிய நடைமுறை உட்குறிப்பினைக்கொண்டுள்ளது; ஒரு குளத்தின் அடிமட்டத்திலுள்ள நீர் மிக அரிதாக 4°C. வெப்ப நிலைக்கு இறங்கும்பொழுது அதன் மேற்பரப்பிலிருந்து நீர் ஏன் கீழ்நோக்கி உறைந்து செல்லுகின்றது என்பதை இது விளக்குகின்றது.

14. நீரில் நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்களைக் காட்டுவதற்கு மற்றொரு வழி :

விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு மைப் புட்டி அல்லது பசைச் சாடியில் இரண்டு கண்ணாடிக் குழல்களைக் கொண்டுள்ள ஒரு தக்கையைப் பொருத்துக. ஒரு கண்ணாடிக் குழல் ஒரு மருந்து சொட்டும் கருவியின் முனையைப்போல் ஒரு கூர் நுனிக் குழலாக இருக்கப்

பெற்றிருத்தல் வேண்டும். இந்தக் குழல் தக்கையின் வழியாகச் சற்று மேற்புறத்தில்



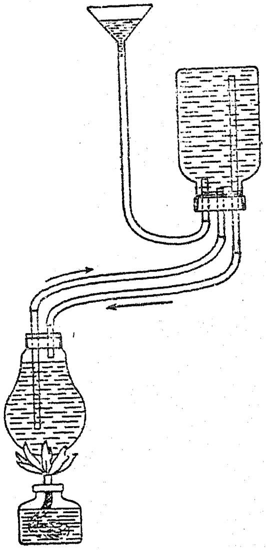
வைக்கப்பெற்றுத் தக்கைக்கு வெளியே கிட்டத் தட்ட இரண்டு அங்குலங்கள் அளவு நீண் டிருக்க வேண்டும். மற்றொரு குழல் தக்கையின் மட்டத்துடன் பொருந்தும்படியாகவும், கிட்டத் தட்டப் புட்டியின் அடிமட்டம் வரையில் நீண் டும் இருத்தல் வேண்டும். புட்டியைத் திண்மை யாக நிறமூட்டப்பெற்ற மிகச் சூடான நீரினல் நிரப்புக.

இப்பொழுது ஒரு மின்கலச் சாடி அல்லது சமையலறையிலுள்ள ஒரு சாடியைப் போன்ற ஒரு பெரிய சாடியை மிகக் குளிர்ந்த நீரால் நிரப்புக. மைப் புட்டியைக் கழுவி அதனை மிக விரைவாகப் பெரிய சாடியின் அடி மட்டத்தில் வைத்திடுக. என்ன நிகழ்கின்றது என்பதைச் சற்று உற்றுநோக்குக. இதனை நீங்கள் விளக்கக் கூடுமா ?

15. ஒரு மாதிரி வெந்நீர் சூடாக்கும் அமைப் பினை உண்டாக்குவது எங்ஙனம் ?

ஒரு மின்விளக்குக் குமிழினின்றும் ஒரு பெரிய குடுவையை இயற்றுக. ஓர் அகன்ற வாய்ப் புட்டியினையும் ஒரு புனலையும் கைவசப்படுத்துக. படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அமைக்கப் பெற்ற மூன்று கண்ணடிக் குழல்களைக் கொண் டுள்ள ஒருதக்கையினைப் புட்டியில் பொருத்துக.

இரண்டு கண்ணடிக் குழல்களைக் கொண் டுள்ள ஒரு தக்கையினைக் குடுவையில் பொருத் துக; ஒரு குழல் சற்றுத் தக்கையின்மூலம் பொருந்தியும் மற்றொன்று கிட்டத்தட்டக் குடுவையின் அடிமட்டம் வரையில் நீண்டும் இருக்கட்டும். படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள வாறு புனலை இணைத்திடுக. இது விரிவுத் தொட்டியாகப் (Expansion tank) பயன்படுகின் றது. இந்த அமைப்பினை நீரால் நிரப்பிச் சூடாக்குக. கனல் வீசியின் (Radiator) எப் பகுதி முதலில் சூடாகின்றது என்பதை உற்று



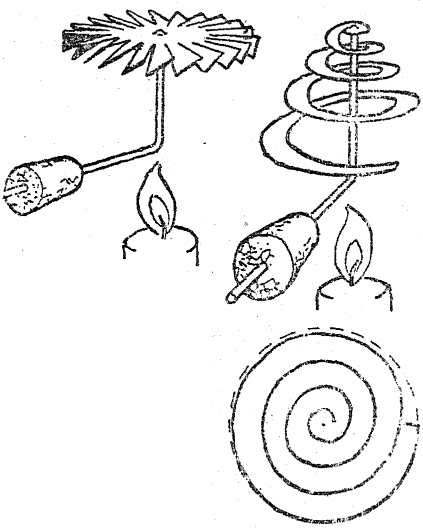
நோக்குக. நகர் முறைக் கடத்தல் ஓட்டங் களால் எங்ஙனம் நீர் சுற்றிச் செல்லுகின்றது என்பதை நீங்கள் விளக்கக்கூடுமா?

16. காற்றில் நகர் முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்கள் :

புகையிலைக் கொள்கலன்களை மூடுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறுவது போன்ற மெல்லிய தகரத்தாலான ஒரு வட்டத் தகட்டினைப் பெறுக. அதன் சுற்றுப் புறத்தில் பற்களை வெட்டி அதனை ஒரு வளைந்த தையலூசியில் சுழலுமாறு அமைத்திடுக. அதனை ஒரு மெழுகு வத்திச் சுவாலையின்மீது பிடித்திடுக; அது விரைவாகச் சுழலும். தையலூசியின்மீது தாங்கப்பெற்றுள்ள ஒரு காகிதச் சுருள் அமைப்பும் இம்மாதிரியே சுழலும்.

திண்மைப் பொருள் நிலையிலுள்ள மெதிலேடட் ஸ்பிரிட்டினை (மீடா எரிபொருள்- Meta fuel) ஒரு வெண்தழல் இரும்பினல் தொடுக. அதன் ஆவி உடனே திரும்பவும் படிக நிலையை எய்தி அறை முழுவதையும் மிக உயர்ந்த பனிக்கட்டிப் புயலால் நிரப்புகின்றது. ஏற்கெனவே அறையிலுள்ள காற்றோட்டங் களாலும் நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங் களாலும் படிகங்கள் இயக்க நிலையில் வைக்கப் பெறுகின்றன.

குளிர்ந்த, வெப்பக் காற்றுக்களின் ஒளி விலகுவிகிதத்தின் (Refractive index) வேற்று



மையைப் பயன்படுத்தி இந்தக் காற்றோட்டங்களைக் காட்டுவது மற்றொரு வழியாகும். ஒளித் திருப்பியற்ற (Reflector) ஒரு 12 வோல்டு காரின் குமிழ் ஒரு மின்சார அடுப்பினின்றும் அல்லது சாதாரண மின் விளக்குக் குமிழினின்றும் நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்களின் 'நிழலுருவங்களை' ('Shadows') விழும்படி செய்யும்.

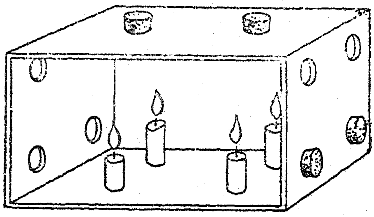
மேலும், இயல் 8-B சோதனை 6ஐயும் காண்க.

17. எங்ஙனம் நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்கள் காற்றுக்களை (Winds) உண்டாக்குகின்றன ?:

இயல்-8, சோதனை - B 6 இனைக் காண்க.

18. நகர்முறைக் கடத்தல் ஓட்டங்களும் காற்றோட்டமும் :

இயல்-8, சோதனை-B 5இல் காற்றுக்கள் பற்றிய படிப்பில் நீங்கள் பயன்படுத்திய பெட்டியினையே மீண்டும் பயன்படுத்துக. ஒவ்வொரு கோடியிலும் மேலே இரண்டும் கீழே இரண்டுமாக நான்கு துளைகளை இடுக. வேறு சோதனைக்கு விளக்குக் கண்ணாடிகள் வைக்கப்பெறும் உச்சியிலுள்ள இரண்டு துளைகளும் உட்பட எல்லாத் திறப்புக்களையும் திண்மையான தக்கைகளால் மூடுக. எதிர்க் கோடிகளிலுள்ள துளைகள் சாளரங்களை உணர்த்துகின்றன; இந்தத் துளைகள் உச்சியிலும் அடிமட்டத்திலும் திறக்கப்பெறலாம், அல்லது மூடப்பெறலாம். நான்கு மெழுகுவத்திகளைப் பெட்டியில் வைத்து அவற்றில் தீ ஏற்றுக. இப்பொழுது நீங்கள் காற்றோட்டத்திற்குரிய மிகச் சிறந்த நிலைமைகளை ஆராய்வதற்கு ஆயத்தமாக உள்ளீர்கள். எல்லாச் சாளரங்களையும் மூடி விட்டுச் சிறிது நேரம் மெழுகுவத்திகளை உற்றுநோக்குக. இப்பொழுது



வெவ்வேறு சேர்க்கைகளுடன் திறப்புக்களைப் பயன்படுத்துக. ஒரு சாளரம் தனியாக உச்சியிலும் அடி மட்டத்திலும் திறந்திருக்கட்டும். ஒரு சாளரம் உச்சியிலும், மற்றொன்று அடி மட்டத்திலும் திறந்திருக்கட்டும். இரண்டு சாளரங்கள் உச்சியில் திறந்திருக்கட்டும். ஒன்று மட்டிலும் அடி மட்டத்தில் திறந்திருக்கட்டும். இரண்டு சாளரங்கள் அடி மட்டத்தில் திறந்திருக்கட்டும். உச்சியில் ஒன்று மட்டிலும் திறந்திருக்கட்டும். எந்தச் சாளரத் திறப்புக்கள் மிக நல்ல காற்றோட்டத்தை அளிக்கின்றன ?

19. கதிர் வீசலால் வெப்பம் இடமாற்றம் பெறுகின்றது :

இதற்கு முன்னர்க் கூறப்பெற்ற சோதனையில் திண்மைப் பொருள்கள், திரவப் பொருள்கள், வாயுப் பொருள்கள் போன்ற பொருள்களால் வெப்பம் இடமாற்றம் பெறுதல் கூடும் என்பதை நீங்கள் பார்த்துள்ளீர்கள். வெப்பம் வெற்றிடத்தின் குறுக்கேயும் அலை இயக்கத்தால் இடமாற்றம் செய்யப்பெறுதல் கூடும். இது 'கதிர்வீசல்' என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. வெப்பம் கிட்டத்தட்டக் கணமே நிகழும் செயல்போல் கதிர் வீசலால் கடந்து செல்லுகின்றது. இந்தச் சோதனை கதிர்வீசலைப்பற்றிய சில கவர்ச்சிகரமான செய்திகளைச் செயல் விளக்கம் செய்கின்றது. பொருத்தப்பெறாத மின் விளக்குக் குமிழின்கீழ் உள்ளங்கை மேல்

நோக்கி இருக்குமாறு கையைப் பிடித்துக் கொள்க. மின்சாரத்தைத் திருப்பி விடுக. குமிழைத் திருப்பி விட்டதும் கிட்டத்தட்ட உடனே நீங்கள் வெப்பத்தை உணர்கின்றீர்களா? காற்று மிகக் குறைந்த வெப்பக் கடத்தியாக இருப்பதால் வெப்பம் கடத்துதல்மூலம் உங்கள் கையை அடைந்திருக்க முடியாது. அது நகர்முறைக் கடத்தல்மூலமும் உங்கள் கையை அடைந்திருத்தல் இயலாது; ஏனெனில், இஃது உங்கள் கையினின்றும் வெப்பத்தை அப்பால் தாங்கிச் சென்றிருத்தல் வேண்டும். அஃது உண்மையில் மிகக் குறுகிய அலைகளால் சுமக்கப்பெற்று உங்கள் கைக்கு வந்து சேர்ந்தது. கதிர்வீசல் வெப்பத்தை அதன் மூலத்தினின்றும் எல்லாத் திசைகளிலும் சுமந்து செல்லுகின்றது.

20. ஒளி வீசும் வெப்ப அலைகள் குவியச் செய்யப் பெறுதல் கூடும் :

படிக்க உதவும் ஒரு கண்ணாடி வில்லையை வெயிலில் பிடித்துக் கதிர்களை ஓர் இழைநார்க் காகிதத்தின் கூளத்தின்மீது குவியச் செய்திடுக. குவியம் ஆன வெப்பக் கதிர்கள் இழை நார்க் காகிதத்தைத் தீ மூட்டுவதை நீங்கள் உற்று நோக்குவீர்கள். இந்தியா மையினால் கறுப்பாக்கப்பெற்ற இழை நார்க் காகிதத்தினைப் பயன்படுத்தி அதன்மீது இதன் விளைவினை அறிய முயலுக. அஃது ஒளிர்வாக மிக விரைவில் தீப்பற்றுகின்றதா?

21. ஒளி வீசும் வெப்ப அலைகள் ஒளித் திருப்பம் செய்யப்பெறுதல் கூடும் :

மேற் குறிப்பிட்ட சோதனையில் படிக்க உதவும் கண்ணாடியினின்றும் இழை நார்க் காகிதத்திற்கு உள்ள தூரத்தைக் கவனித்திடுக. ஒரு புறமாகச் சாய்க்கப்பெற்றுள்ள ஆடியொன்றினை வில்லையினின்றும் இத் தூரத்தில் கிட்டத்தட்டப் பாதி அளவில் வைத்திடுக. நீங்கள் வெப்பக் கதிர்கள் குவியம் செய்யப்பெறும் புள்ளியைக் கண்டறியும்வரையில் ஆடிக்கு மேல் உங்கள் கையை வைத்து உணர முயல்க. இந்தப் புள்ளியில் கசக்கி உருண்டையாக்கப்பெற்ற இழைநார்க் காகிதத்தின் ஒரு சிறு பகுதியைப் பிடித்து அது தீப்பற்றுகின்றதா என்று பார்த்திடுக.

22. வெவ்வேறு வகை மேற்பரப்புக்கள் கதிர் வீசலைப் பாதிக்கின்றன :

ஒரே அளவுள்ள மூன்று தகரக் குவளைகளைக் கைவசப்படுத்துக. ஒன்றினை, உட்புறமும் வெளிப்புறமும் வெண்மையாகவும், மற்றொன்றினைக் கறுப்பாகவும் வண்ணந் தீட்டுக; மூன்றாவதை அப்படியே பளபளப்பாக விட்டிடுக. மூன்றினையும் ஒரே வெப்ப நிலையிலுள்ள வெதுவெதுப்பான நீரினால் நிரப்புக. வெப்ப நிலையைப் பதிந்துகொள்க. ஒவ்வொரு குவளையின் மீதும் அட்டை மூடிகளை வைத்து, ஒரு தட்டில் அக் குவளைகளை ஏற்றி, அதன் பின்னர் அவற்றை ஒரு குளிர்ந்த இடத்தில் வைத்திடுக. ஐந்து நிமிட இடைவெளிகளில் ஒவ்வொரு குவளையிலுமுள்ள நீரின் வெப்ப நிலையைப் பதிந்துகொள்க. குளிரும் வீதத்தில் யாதாவது வேற்றுமை இருந்ததா? எந்த மேற்பரப்பு மிகச் சிறந்த வெப்ப வீசியாக இருந்தது? எது மிகக் குறைந்த வெப்ப வீசியாக இருந்தது?

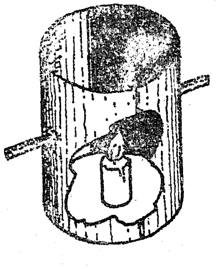
அடுத்து, அக் குவளைகளைத் தண்ணீரினால் நிரப்பி, வெப்ப நிலையைக் குறித்துக் கொண்டு, ஒவ்வொரு குவளையையும் மூடி, அவற்றை ஒரு வெதுவெதுப்பான இடத்தில் அல்லது வெயிலில் வைத்திடுக. ஐந்து நிமிட இடைவெளிகளில் வெப்ப நிலையைக் குறித்திடுக. எந்த மேற்பரப்பு மிகச் சிறந்த வெப்ப உறிஞ்சியாக இருந்தது? எப்பரப்பு மிகக் குறைந்த வெப்ப உறிஞ்சியாக இருந்தது?

23. மேற்பரப்புக்கள் எங்ஙனம் கதிர்வீசலைப் பாதிக்கின்றன என்பதைக் காட்டும் மற்றொரு முறை :

ஓர் உருளை வடிவமான தகரக் குவளையில் ஒன்றற்கொன்று எதிராக இருக்குமாறு இரண்டு பிளவுகளை வெட்டுக; இதனால் குவளையின் மேற்பரப்பு இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பெறுகின்றது. ஒரு பாதியின் உட்புறத்திற்குக் கறுப்பு வண்ணம் தீட்டுக; மற்றொரு பாதியினை பளபளப்பாக இருக்கும்படியே விட்டுவிடுக. தீ ஏற்றிய மெழுகுவத்தியொன்றினை அடித்தளத்தின் சரியான மையத்தில் வைத்திடுக.

விரல்களைக்கொண்டு இரண்டு வெளிப்புற வெப்ப நிலைகளின் வேறுபாடு கண்டறியப் பெறலாம்.

மெழுகினால் வெளிப்புறத்தில் இணைக்கப் பெற்ற தீக்குச்சிகளும் அளவு தெரிவிக்கும்



சாதனங்களாகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம்; கறுப்புநிறப் பகுதியின் பின்புறத்திலுள்ள குச்சி முதலில் கீழே விழுந்துவிடும்.

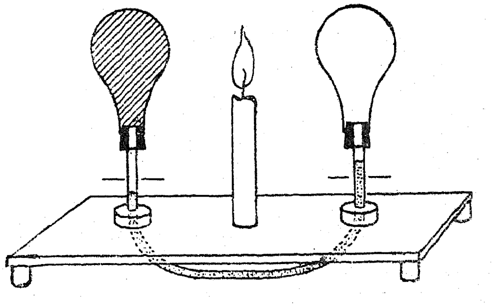
ஒரு புன்சென் அடுப்புக் குழலின் உச்சியைச் சுற்றிலும் மூடப்பெற்ற நேர்த்தியான கம்பி வலையாலான ஒரு சுருள் உருளையினை வெப்பம் தரும் கருவியாகவும், கறுப்பு வண்ணம் தீட்டப் பெற்ற வெப்பமானிகளைக் கதிர்வீசலைக்கண்டறியும் சாதனங்களாகவும் பயன்படுத்துவது ஒரு மாற்றுவழிச் சோதனையாகும்.

24. எளிய வெப்பநிலை மாறுபாட்டளவை காட்டி (Thermoscope):

குடுவைகள், அல்லது வெட்டப்பெற்ற விளக்குக் குமிழ்கள், இந்த ஆய்கருவியை இயற்றிடப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். மெழுகுவத்தியைக்கொண்டு விளக்கப்பெறும் சோதனையைத் தவிர வேறு சோதனைகளிலும் (எ-டு. லெஸ்லி கன சதுரம்) இது நன்கு செயற்படுகின்றது.

இரண்டு குமிழ்களையும் தக்கைகளாலும் கிட்டத்தட்ட 15 செ.மீ. நீளமுள்ள குழல்களாலும் பொருத்துக. குழல்களின் கீழ்முனைகளைச் சுமார் 21 செ. மீ. இடைவெளி விட்டு துளைகளிடப்பெற்ற ஒரு பொருத்தமான அடித்தளப் பலகையில் துளைகளுக்குமேல் பொருத்தப் பெற்றுள்ள தட்டையான தக்கைகளின் வழியாகச் செலுத்துக; குழல்களைச் செங்குத்தான நிலையில் பசையைக்கொண்டு ஒட்டிப் பொருத்துக; திறந்துள்ள முனைகளை இரப்பர்க் குழலால் இணைத்திடுக. ஒரு குமிழை அகற்றி மற்றொன்றினை ஒரு மெழுகுவத்திச் சுவாலையில் வைத்துக் கறுப்பு நிறமாக்குக.

இங்ஙனம் அமைந்த U-குழலில், அடித்தளப் பலகைக்கு மேல் சுமார் 7·5 செ.மீ. அளவு நீர் மட்டம் இருக்கும்வரையிலும் திரவத்தை ஊற்றுக. தெளிவாகவுள்ள குமிழைத் திரும்பவும் அதன் இடத்தில் வைத்து திரவம் மட்ட



மாக இருப்பதற்கேற்றவாறு குழலை உள்ளும் புறமுமாக நழுவச் செய்திடுக. இரண்டு குமிழ்கட்கும் சமதூரத்திலிருக்குமாறு ஒரு மெழுகு வத்தியினை வைத்து முடிவுகட்காகக் காத்துக் கொண்டிருக்க.

25. எங்ஙனம் வெப்ப இழப்புக்கள் குறைக்கப் பெறுதல் கூடும்? :

ஒரே அளவுள்ள நான்கு பெரிய தகரக் குவளைகளையும் ஒரே அளவுள்ள நான்கு சிறிய தகரக் குவளைகளையும் கைவசப்படுத்துக. சிறிய குவளைகளில் மூன்றினைப் பெரிய குவளைகளில் மூன்றன் உட்புறத்தில் வைத்துச் சிறிய குவளைகளின் ஒவ்வொன்றின் கீழும் அதனைக் சுற்றிலும் காப்பிடும் பொருளால் (Insulating material) நெருக்கி அடைத்திடுக. ஒன்றினைக் கிழிந்த செய்தித் தாள் துண்டுகளாலும், இரண்டாவதை மரத்தூளாலும், மூன்றாவதைப் பொடியாக்கப்பெற்ற தக்கையினாலும் நெருக்கி அடைத்திடுக. (வேறு வசதியான காப்பிடும் பொருள்கள் கிடைத்தால் அவற்றையும் பயன் படுத்திக் கொள்ளலாம்.) நான்காவது பெரிய குவளையில் இரண்டு தக்கைகளின்மீது தங்குமாறு சிறிய குவளையை வைத்திடுக. ஒவ்வொரு குவளையிலும் ஒட்டுப் பலகை மூடிகளைப் பொருத்துக. ஒவ்வொரு மூடியிலும் வெப்பமானியை வைப்பதற்கு ஒரு துளை இருக்கட்டும். இப்பொழுது ஒவ்வொரு சிறிய குவளையையும் ஒரே அளவு ஆழத்திற்குக் கிட்டத்தட்டக்

கொதிக்கும் நீரினால் நிரப்புக. ஒவ்வொரு குவளையிலும் உள்ள நீரின் வெப்ப நிலையைப் பதிந்துகொள்க. ஐந்து நிமிட இடைவெளிகளில் ஒவ்வொரு குவளையிலுமுள்ள நீரின் வெப்ப நிலையைக் குறித்துக்கொள்க; மிகக் குறைந்த வீதத்தில் குளிர்வதைக்கொண்டு எது மிகச் சிறந்த காப்பிடும் பொருள் என்பதைக் கவனித்திடுக.

D. உருகுதலும் கொதித்தலும்

1. கொதிக்கும் திரவத்தை உற்றுநோக்குதல் :

மிகப் பெரிய ஒரு பைரெக்ஸ் குடுவை அல்லது ஒரு பெரிய தகரக் குவளையைக் கைவசப்படுத்துக. அப்பாத்திரத்தை கிட்டத்தட்ட நிறைந்திருக்குமாறு நீரால் நிரப்பி, அதனை ஒரு சுவாலையின்மீது வைத்திடுக. அது கொதிக்கும்வரை அதனை அப்படியே விட்டுவிடுக. முதலில் நீங்கள் காற்றுக் குமிழிகள் நீரினின்றும் வெளிப்பட்டு நீரின் மேற்பரப்பிற்கு எழுவதைக் காண்பீர்கள். நீர் கொதிநிலைக்கு அருகில் இருக்கும்பொழுது, நீராவிக் குமிழிகள் உண்டாகிக் கிட்டத்தட்ட அவை உடனே அழிந்து விடும். கொதிவரையை எட்டியதும், குமிழிகள் அடிமட்டத்தில் உண்டாகி அவை உடைவதற்கு முன்னர் மேற்பரப்பிற்கு எழும்.

2. காகிதத்தில் நீரை எங்ஙனம் கொதிக்க வைப்பது? :

ஏதாவது மழமழப்பான ஒரு தாளினைக் கைவசப்படுத்துக; மேலுறைத்தாளோ அல்லது எழுதப் பயன்படுத்தும் தாளோ இதற்குப் போதுமானது. தாளின் மூலைகளை மடித்து அவற்றைக் குண்டூசியால் குத்தி சற்றேறக் குறைய 25 செ.மீ. சதுரமுள்ள ஒரு பெட்டியை இயற்றுக. கிட்டத்தட்ட பெட்டியில் பாதியை நீரால் நிரப்பி அதனை ஓர் அடுப்பின்மீது வைத்திடுக. தாளை எரிக்காமலேயே நீங்கள் நீரைக் கொதிக்க வைத்தல் இயலும். சுவாலையினின்றும் நீருக்குத் தாள் வெப்பத்தைக் கடத்துகின்றது; ஏனென்ருல் அதனுடைய தூண்டு வெப்ப நிலை (Kindling temperature) நீரின் கொதி நிலையை விட (100°C. அல்லது 212°F.) அதிகமாக உள்ளது.

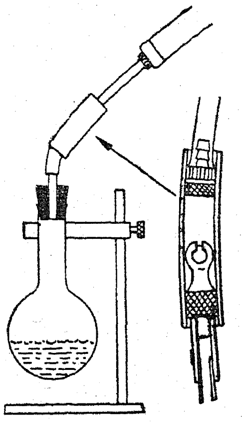
3. நீரைக் குளிரவைத்துக் கொதிக்க வைத்தல்:

ஓர் இறுக்கமான திண்ணிய அடைப்பானை ஒரு குடுவையில் பொருத்துக. அடைப்பானை அகற்றிக் குடுவையில் பாதிக்குச் சற்று அதிகமாக வெதுவெதுப்பான நீர் நிரப்புக. அதனை ஒரு சுவாலையின்மீது வைத்து நீரைக் கொதிநிலைக்குக் கொண்டுவருக. குடுவையில் அடைப்பானை இறுக்கமாகப் பொருத்தி அதனை ஒரு தட்டின்மீது அல்லது கழிநீர்த் தொட்டியின் மீது கவிழ்த்திடுக. குடுவையின்மீது குளிர்ந்த நீரை ஊற்றுக; மீண்டும் நீர் கொதிக்கத் தொடங்குகின்றது. குடுவையின்மீது ஒரு பனிக்கட்டித் துண்டினை வைத்திடுக. நீருக்கு மேலுள்ள நீராவியைக் குளிர்வித்தலால் அது நீராகச் சுருங்குகின்றது; அது நீரின்மீதுள்ள அமுக்கத்யையும் குறைக்கின்றது. அமுக்கம் குறைக்கப்பெற்றதும், நீர் ஒரு தாழ்ந்த வெப்ப நிலையிலேயே கொதிக்கின்றது. மிக உயரமாகவுள்ள இடங்களில் பொருள்களைச் சமைப்பதற்கு ஏன் அதிக நேரம் ஆகின்றது என்பதற்கு இது விளக்கம் தருகின்றது.

4. அமுக்கத்தைக் குறைத்தலால் ஈதரைக் கொதிக்க வைத்தல் :

தக்கை, குழல் இவற்றுடன் கூடிய ஒரு கண்ணடிப் புட்டி அல்லது குடுவையினைப் பெறுக. கிட்டத்தட்ட 2·5 செ.மீ. ஆழத்திற்கு அதனுள் ஈதரை ஊற்றி அதனுடன் சிறிது கண்ணடித் தூள் அல்லது மணலைச் சேர்த்திடுக. தக்கையைத் திரும்பவும் அதன் இருப்பிடத்திலேயே வைத்திடுக; குறுகிய இரப்பர்க் குழலுடன் காற்பந்துப் பம்பின் அடாப்டரில் (Adaptor) பயன்படுத்தப்பெறுவது போன்ற திரும்பவும் காற்றை விடாத ஒரு வால்வினை (Non-return valve) இணைத்திடுக. இதன்மீது ஒரு புன்சென் குழலைத் தள்ளுக; முன்னதாகவே உந்து தண்டிலுள்ள தோல் (Washer) தலைகீழாக அமைக்கப்பெற்ற ஒரு மிதி வண்டிப் பம்பின் இணைக்கும் குழலினை இத்துடன் பொருத்துக. திரவத்தை எளிதாக உற்றுநோக்குவதற்

கேற்றவாறு குடுவையினை ஒரு தாங்கியில் இறுகப் பற்றுவித்திடுக. ஒரு சில தடவை பம்



பினை வேகமாக இயக்கியபிறகு, ஈதர் வேகமாகக் கொதிக்கத் தொடங்கும்.

5. திரவங்கள் ஆவியாகுங்கால், அவை வெப்பத்தை உறிஞ்சுகின்றன :

இந்த இயல் சோதனை B 2இல் உள்ளதைப் போல் ஒரு காற்று வெப்பமானியை ஏற்றி வைத்திடுக. சிறிதளவு தேய்த்திடும் சாராயத்தை (Rubbing alcohol) வெப்பமானிக் குமிழின்மீது வைத்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? சாராயத்தை ஆவியாக்குவதற்கு வெப்பம் எங்கிருந்து வந்தது ? கார்பன் டெட்ரா க்ளோரைடினைப் பயன்படுத்திப் பார்க்க ; ஈதரைகொண்டும் இதனைச் செய்து பார்க்க.

6. ஈதரின் வேகமாக ஆவியாகும் தன்மையால் உறைதல் :

ஒரு மென்மரப் பலகை அல்லது மரத்துண்டில் ஒரு கத்தியைக்கொண்டு ஒரு பள்ளத்தை வெட்டுக. ஒரு கண்ணாடிக் குழலை ஒரு மிதிவண்டிப் பம்பின் இரப்பர் இணைப்புக் குழலில் வைத்திடுக. நீங்கள் மரக் கட்டையில் செய்த பள்ளத்தில் ஒரு சிறிது நீரை ஊற்றி அந்த நீரில் ஒரு தகரக் குவளையை வைத்திடுக. தகரக் குவளையில் சிறிதளவு ஈதரை ஊற்றி அதன் வழியாகக் காற்றினை வேகமாகச் செலுத்துக. ஈதர் ஆவியாகும்பொழுது அது நீரினின்றும் வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்ளுகின்றது; குவளை மரத்துடன் விரைவில் ஒரு பனிக்கட்டி ஏட்டினால் சேர்ந்து உறைந்து விடுகின்றது.

7. உலர்ந்த காற்றின் குளிரும் விளைவு :

ஒரே மாதிரியான இரண்டு வெப்பமானிகளைப் பெற்று அவற்றுள் ஒன்றன் குமிழினை ஒரு சிறிய நனைந்த துணித் துண்டில் வைத்து மூடுக. காற்றோட்டங்களினின்றும் அவற்றை மூடி வைத்திடுக; அவை ஒரே மாதிரியான வெப்பநிலையைக் காட்டும்வரையில் காத்திருக்க. இப்பொழுது அவற்றைக் காற்றோட்டத்தில் ஒரு சாளரத்தின் அருகில் வைத்திடுக. நனைந்த குமிழைக்கொண்ட வெப்பமானி மிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையைக் காட்டுகின்றது என்பது தெரிய வரும். இதற்குக் காரணம் என்னவென்றால், ஆவியாகும் நீர் குமிழினின்றும் வெப்பத்தை எடுத்துக் கொள்ளுகின்றது. காற்றோட்டம் உலர்ந்த காற்றினை வெப்பமானியிடம் கொணர்ந்து ஆவியாதலுக்குத் துணை செய்கின்றது. இந் நிகழ்ச்சி அன்றாட வாழ்க்கையில் மிகச் சாதாரணமானது; சூடான காற்றோட்ட நாட்களில் உடலின்மீதுள்ள வேர்வை ஆவியாதல் மிகவும் புத்துணர்ச்சியினை அளிப்பதாக உள்ளது.

8. வெப்பம் எங்ஙனம் திண்பொருள்களை திரவங்களாக்குகின்றது ? :

காரீயம், பற்றாசு (Solder), பனிக்கட்டி, முத்திரை அரக்கு, பாரஃபின் மெழுகு போன்ற மாதிரிப் பொருள்களை சூடாக்கப்பெறக்கூடிய தனித்தனிக் கொள்கலன்களில் வைத்திடுக. சிறிய தகரக்குவளைகள் அல்லது மூடிகள் இதற்குப் பயன்படக் கூடியவை. இவற்றைக்கொண்டு சோதனைகள் செய்து ஒவ்வொரு மாதிரிப் பொருளையும் உருகச் செய்வதற்குத் தேவையான ஒப்புத் தொடர்பு காட்டும் வெப்ப அளவினைப்பற்றி ஏதாவது தகவலை அடைய முடிகின்றதா என்று பார்க்க.

9. பனிக் கட்டியையும் உப்பினையும்கொண்டு நீரை உறையச் செய்தல் :

சிறிதளவு பனிக்கட்டியைச் சிறு துண்டுகளாக உடைத்து ஒரு பெரிய குவளையின் அடிமட்டத்

தில் ஓர் அடுக்கினை வைத்திடுக; இதனைச் சோற்றுப்பினால் மூடி அதன் பிறகு பனிக்கட்டி, சோற்றுப்பு இவற்றின் ஏனைய அடுக்குகளைச் சேர்த்திடுக. சிறிதளவு நீரை ஒரு சிறிய தகரக் குவளையில் ஊற்றி இத் தகரக் குவளையைப் பெரிய தகரக்குவளையின் உட்புறத்தில் வைத்திடுக. அதன் பிறகு பெரிய குவளை நிறையும் வரையிலும் மேலும் பனிக்கட்டி, உப்பு இவற்றின் அடுக்குகளைச் சேர்த்திடுக. சிறிய குவளையிலுள்ள நீர் உறைவதற்குத் தேவையான நேரத்தைக் குறித்துக் கொள்க. பனிக்கட்டி மட்டிலும் பெரிய குவளையில் பயன்படுத்தப் பெற்று அதே அளவு நீரை உறையச் செய்வதற்குத் தேவையான நேரத்துடன் இதனை ஒப்பிடுக.

10. நீர் உறையுங்கால் விரிவடைகின்றது :

திருகு மூடியைக்கொண்ட ஒரு சிறிய உலோகக் குவளையைக் கைவசப்படுத்துக. அதில் நீர் வழிகின்றவரை அதனை நீரினால் நிரப்பி அதன் பிறகு யாதொரு காற்றிடமும் இல்லாமல் பார்த்து மூடியை வைத்துத் திருகிவிடுக. நீரைக் கொண்ட இந்தக் குவளையைப் பனிக்கட்டியும் உப்பும் கலந்த கலவையில் புதைத்து, நீர் உறையும்வரையில் சிறிது நேரம் அப்படியே விட்டு வைத்திடுக. நீங்கள் சில கவர்ச்சிகரமான முடிவுகளை அடைதல் வேண்டும்.

11. திண் பொருள்கள் உருகும்பொழுது வெப்பம் உறிஞ்சப்பெறுகின்றது :

வெட்டப்பெற்ற பனிக் கட்டியைக்கொண்ட ஒரு சிறிய கொள்கலனைக் கைவசப்படுத்தி ஒரு வெப்பமானியைக்கொண்டு அதன் வெப்ப நிலையைக் கண்டறிக. அக் கொள்கலனை ஒரு சுவாலையின்மீது வைத்து பனிக்கட்டி முழுவதும் உறையும்வரையிலும் வெப்ப நிலையை உற்றுநோக்குக. எப்பொழுது வெப்ப நிலை ஏறத் தொடங்கியது? சிறிது நேரம் வரை ஏன் வெப்ப நிலை ஏறவில்லை? இந்த வெப்ப ஆற்றல் என்ன ஆயிற்று?

12. அமுக்கத்தால் உருகச் செய்தலும் அதனைத் திரும்ப உறையச் செய்தலும் :

நீங்கள் பனிக்கட்டிக்கு அமுக்கத்தைத் தரும்பொழுது அதன் உறை நிலையைத் தாழ்த்துகின்றீர்கள். இதன் காரணமாகத்தான் சறுக்குக் கட்டைகள் பனிக் கட்டியின்மீது நகர்கின்றன. ஒவ்வொரு கையிலும் ஒரு பனிக்கட்டிக் கன சதுரம் அல்லது பனிக்கட்டித் துண்டினைப் பிடித்துக் கொள்க. ஒரு தாளின்மீது அவை இரண்டினையும் சேர்த்து அழுத்துக. அமுக்கத்தினால் பனிக்கட்டியினின்றும் நீர் வருமாறு உங்களால் செய்தல் கூடுமா? இரண்டு பனிக்கட்டிக் கன சதுரங்களை வலுவாகச் சேர்த்து அமுக்கிப் பின்னர் அமுக்கத்தை விடுவித்திடுக. இரண்டு பனிக்கட்டிக் கன சதுரங்களையும் பிரித்திட முயலுக. நீங்கள் அமுக்கத்தை விடுவிக்கும் பொழுது நீர் திரும்பவும் உறைந்து பனிக்கட்டிக் கன சதுரங்கள் திண் பொருளாகப் பிடித்துக்கொள்ளுகின்றன.

13. ஒரு தகரக் குவளையைப் பயன்படுத்திக் கண்டறியப்பெறும் உள்ளுறை வெப்பம் :

கால இடைவெளிகளில் வெப்ப நிலைகளை எடுத்தும், அவற்றைக் கால-வெப்ப நிலையைக் காட்டும் வரைப் படத்தில் இட்டும் ஒரு சுவாலை ஒரு தகரக் குவளையிலுள்ள 100 கிராம் நீருக்குத் தரும் வெப்ப வீதம் கண்டறியப்பெறலாம்.

நீர் கொதிக்கத்தொடங்கும்பொழுது மேலும் வெப்ப நிலையில் ஏற்றம் இல்லை; ஆனால், வெப்பம் அளிக்கப்பெறும் வீதம் ஒரே மாதிரியாகத்தானிருக்கும். ஆவியாதலால் கொதி நிலைக்குக் கொண்டுவருவதில் இழக்கப்பெறும் நீரைத் தள்ளுபடி செய்தால், 100 கிராம் நீரை முற்றிலும் ஆவியாக்குவதற்குத் (அஃதாவது, குவளையின் அடிமட்டம் உலர்ந்த நிலையில் இருக்கும் வரையில்) தேவையான வெப்பம் இது நிகழ்வதற்குத் தேவையான நேரத்திலிருந்து கண்டறியப்பெறுதல் கூடும்.

14. ஓர் உட்குழிவான திண் பொருளைப் (Hollow solid) பயன்படுத்திக் கண்டறியப்பெறும் உள்ளுறை வெப்பம் :

நீராவியின் உள்ளுறை வெப்பத்தை அறுதியிடக் கூடிய ஒரு மாற்று வழி ஒரு பளுவான உலோகத்தாலான உட்குழிவான திண் பொருளை ஒரு குளிர் கலமாகப் பயன்படுத்துவதாகும். ஓர் உத்தேச மதிப்பிற்கு ஒரு தேநீர் பாத்திரம் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

ஒரு கெண்டியிலிருந்து நீராவி ஒரு தேநீர்ப் பாத்திரத்திற்குள் அனுப்பப்பெறும்பொழுது குளிரும் நீரின் பொருண்மை தேநீர்ப் பாத்திரத்தின் வெப்பு-ஏற்புத்திறனைப் (Heat capacity) பொறுத்தது.

ஒரு பித்தளை அச்சுமூடி பயன்படுத்தப் பெறுங்கால், அது நுழைவாயில் வெளியேறு குழல்களையுடைய பீப்பாத் துளையடைக்கும் கட்டையுடன் பொருத்தப்பெறுதல் வேண்டும். நீராவி ஆய்கருவியினுள் செலுத்தப்பெறும் பொழுது, அது வெளியேறு குழலினின்றும் வெளிவருவதற்கு முன்னர் அது குளிர்ந்த உலோகத்தினுல் குளிரச் செய்யப்பெறுவதால் சிறிது நேரம் கழிகின்றது. சில நிமிடங்கள் நீராவி வெளிவந்த பிறகு, உலோகம் 100°C. வெப்ப நிலையிலிருப்பதால், நீராவி தரப்பெறுவது நிறுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். ஓர் அளவு சாடியைக்கொண்டு குளிர்ந்த நீராவியின் பரிமாணத்தை அளந்து அதன் பொருண்மை (Mass) கண்டறியப்பெறுகின்றது. வெப்ப-எண் (Specific heat), உலோகத்தின் பொருண்மை, அதன் தொடக்கத்திலுள்ள வெப்ப நிலை இவை கொடுக்கப்பெற்ருல், நீராவியைக் குளிர்விப்பதில் அதனுல் உறிஞ்சப் பெறும் வெப்பம் கணக்கிடப்பெறுகின்றது.

15. பனிக் கட்டியின் உள்ளுறை வெப்பம் :

சூடாக்கப்பெற்ற ஒரு திண் பொருள் பனிக்கட்டித் துண்டுகளில் புதைக்கப்பெறுங்கால் எவ்வளவு பனிக்கட்டி உருகுகின்றது என்பதை அளத்தலால் பனிக்கட்டியின் உள்ளுறை வெப்பத்தின் (Latent heat) உத்தேச மதிப்பு கண்டறியப்பெறுதல் கூடும்.

வெப்ப-எண் தெரிந்த ஒரு திண் பொருளை நிறுத்து, அதனை ஒரு நூலால் நீரில் தொங்கவிட்டு, அதன் வெப்ப நிலையினை 100°C.க்கு உயர்த்துக. விரைவாக அதனை பொடியாக்கப் பெற்ற பனிக்கட்டியினையுடைய ஒரு புனலுக்கு இடம் மாற்றுக; அதனுல் உண்டாகும் நீரினை ஒரு சோதனைக் குழல் அல்லது அளவிடும் உருளையில் சேகரித்திடுக.

0°C.க்குக் குளிர்வதால் உலோகத்தினுல் வெளிவிடப்பெறும் வெப்பத்தைக் கணக்கிடுக. வெவ்வேறு பொருள்களின் வெப்ப-எண்ணில் உள்ள வேற்றுமைக்குச் செயல்விளக்கம் தருவதற்கும் இந்த ஆய்கருவி பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். ஒவ்வொரு சோதனையிலும் கிடைக்கும் நீரின் பரிமாணம் வெப்ப-எண்களின் ஒப்பீட்டினைத் தருகின்றது.

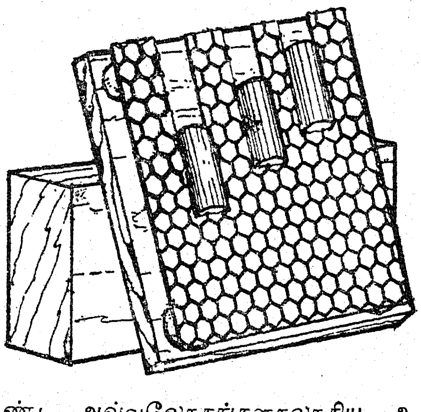
16. ஒரு தேநீர்ப் பாத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி வெப்ப-எண் :

அறையின் வெப்ப நிலையில் எடை காணப் பெற்ற ஒரு தேநீர்ப் பாத்திரத்தில் கொதிக்கும் நீரினை ஊற்றுக. கிட்டத்தட்ட 96°C. இல் வெப்ப நிலை நிலையானதாக இருக்கும். அது சிறிதளவு குளிர்ந்ததும் ஓர் அளவை சாடியினைப் பயன்படுத்தி, பயன்படுத்தப்பெற்ற சூடான நீரின் பொருண்மையினை அளந்திடுக. சுற்றுப்புறங்கட்கு யாதொரு வெப்ப இழப்பும் இல்லை என்று கொண்டு, பொருளின் வெப்ப-எண் கணக்கிடப்பெறுதல் கூடும்.

இந்தச் சோதனை வெப்ப-எண்பற்றிய அறிபொருளின் ஒரு முன்னுரையாக அமைகின்றது; அல்லது இது தேநீர்ப் பாத்திரங்களில் பயன்படுத்தப்பெறும் வெவ்வேறு பொருள்களின் பண்புகளைப்பற்றிய ஆராய்ச்சியின் ஒரு பகுதியாகப் பயன்படுத்தப்பெறலாம்.

17. வெப்ப - எண் ஒப்பீடு :

வெவ்வேறு உலோகங்களின் வெப்ப-எண்களை ஒப்பிடுவதற்கு, ஒரே பொருண்மையைக்



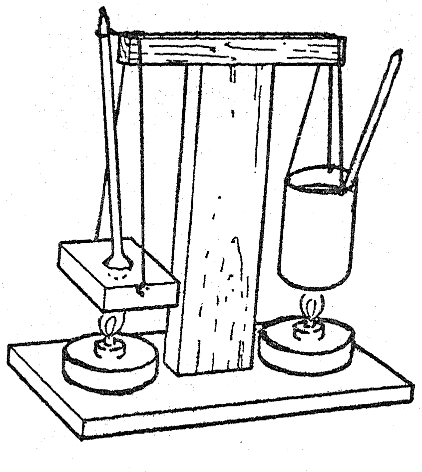
கொண்ட அவ்வுலோகங்களாலாகிய உருளைகளைத் தயாரித்திடுக. அவற்றை நீரின் கொதி

நிலையின் வெப்ப நிலைக்குக் கொண்டுவந்து, அவற்றைக் கிட்டத்தட்ட நிலைக் குத்தாகவுள்ள ஒரு சாய்தளத்திற்கு இடம் மாற்றுக; மரத்தினால் செய்யப்பெற்ற இத்தளம் ஒரு தேன் மெழுகு சிற்றறை அமைப்பினைக்கொண்டுள்ளது; இந்த அமைப்பு சாய்தளத்தின் முன்புறத்தில் இணைக்கப்பெற்றுள்ளது; ஆனால் அது பலகைக்கு அப்பால் தக்கைகளால் பிடிக்கப்பெற்றுள்ளது.

உருளைகள் சாய்தளத்தின்மீது நழுவிச் செல்லும்; மெழுகின் வழியாகச் சுவடுகளை உருகச் செய்யும்; இந்தச் சுவடுகளின் நீளங்கள் பயன்படுத்தப்பெற்ற உலோகங்களின் வெப்ப-எண்களைப் பொறுத்திருக்கும்.

18. வெப்ப-எண் அளவீடு :

ஓர் உலோகத் துண்டு (100 கிராம் இரும்பாக இருக்கட்டும்), 100 கிராம் நீருள்ள ஒரு தகரக் குவளை இவற்றினைப் பெறுக. இரண்டையும் விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரே மாதிரியான இரண்டு சாராய விளக்கு கட்குமேல் (ஒரு சிறிய புன்சென் சுவாலை போதும்) தொங்கவிடுக.



இரும்பு எடையில் தளர்ச்சியாக ஒரு வெப்பமானி பொருந்துவதற்கேற்ப ஒரு துளையிடப்பெறுதல் தேவையாகின்றது; தகரக் குவளையிலிருக்கும் நீரிலும் ஒரு வெப்பமானி தேவைப்படுகின்றது; இஃது ஒரு கிளறும் கோலாகவும் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

விளக்குகள் ஒரே வீதத்தில் வெப்பத்தை அளிக்கின்றன என்று கொள்ளப்படுகின்றது. இந்தப் பொருள்களின்மீது ஒரே கால அளவுக்குப் படுமாறு அவை இரண்டும் அமைக்கப்பெறுகின்றன.

இரும்பு எடையிலுள்ள வெப்பமானி 80°C. வெப்ப நிலையைக் காட்டும்பொழுது இரண்டு விளக்குகளும் அகற்றப்பெறுதல் வேண்டும்; இல்லாவிடில் ஒருவேளை அது 100°C. வெப்ப நிலைக்கு அளவு மீறிச் செல்லவும் செய்யும். வெப்ப நிலையில் வியப்பூட்டும் வேற்றுமை வெப்ப-எண்ணின் விளைவினை வற்புறுத்துகின்றது. 1 கிராம் நீர் 1°C. ஏற்றத்தில் 1 கலோரி வெப்பத்தை உறிஞ்சுவதால், இரும்பு, நீர் ஆகிய இரண்டிற்கும் அளிக்கப்பெற்ற வெப்ப அளவு $=(100\times$ நீரின் வெப்ப நிலை ஏற்றம்). இரும்பிற்கு அளிக்கப்பெற்ற வெப்ப அளவு $=(100\times S\times$ இரும்பின் வெப்ப நிலை ஏற்றம்). ஆகவே வெப்ப எண், S

$$=\frac{\text{நீரின் வெப்ப நிலை ஏற்றம்}}{\text{இரும்பின் வெப்ப நிலை ஏற்றம்}}.$$

19. வெப்ப-எண்—உட்குழிவான திண் பொருள்கள் :

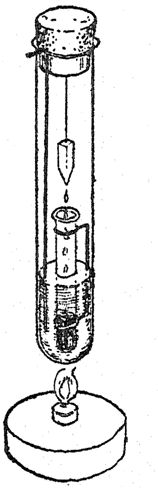
ஒரு பித்தளை அச்சு மூடி அல்லது இரும்புக் குழலைப் பொருத்தும் ஒரு சிறிய இணைப்புச் சாதனம் போன்ற உட்குழிவான திண்பொருளைப் பயன்படுத்தி, கிட்டத்தட்டத் தேநீர்ப் பாத்திர அறுதியிடல் போன்ற ஒரு சோதனை மேற்கொள்ளப்பெறுதல் கூடும். இந்தப் பாத்திரங்களை மூடுவதற்குத் துணிகளைப் பயன்படுத்தி வெப்ப இழப்புக்கள் குறைக்கப்பெறுதல் கூடும். செயல்முறை, முன்னர் செய்யப்பெற்றதைப் போன்றதே. கொதிநீர் ஊற்றப்பெறுகின்றது. இறுதியாகப் பதியப்பெறும் ஒழுங்கான வெப்ப நிலை தேநீர்ப் பாத்திரங்களில் பதியப்பெற்ற வெப்ப நிலையைவிட மிகக் கீழாகவே இருக்கும்.

ஒரு பித்தளையாலான பொருளின் எடை 1 கிலோ கிரோமாக இருப்பின் இறுதி வெப்ப நிலை 60°C. வெப்ப நிலைப் பகுதியில் இருக்கலாம்.

20. எளிய உள்ளுறை வெப்பமானி :

இந்த ஆய் கருவியில் மிகக் குறைந்த உள்ளுறை வெப்பத்தைக்கொண்ட டெட்ராக்ளோரா எதிலீனின் ஆவி தன்னுள் தொங்க விடப்பெற்றுள்ள ஒரு திண் பொருளின் மீது (எ-டு. தாமிரம் அல்லது அலுமினியம்) குளிரச் செய்யப்பெறுதல் கூடும். உண்டாகும் திரவம் ஒரு சிறிய அளவு-கோடுகளிடப் பெற்ற சோதனைக் குழலில் சேகரிக்கப்பெறும். திரவமாகச் சுருங்கல் நிகழாதபொழுது, அஃதாவது, உலோகம் ஆவியின் வெப்ப நிலையை மேற்கொண்டதும் சேகரிக்கப்பெற்ற திரவம் அளக்கப் பெறுகின்றது.

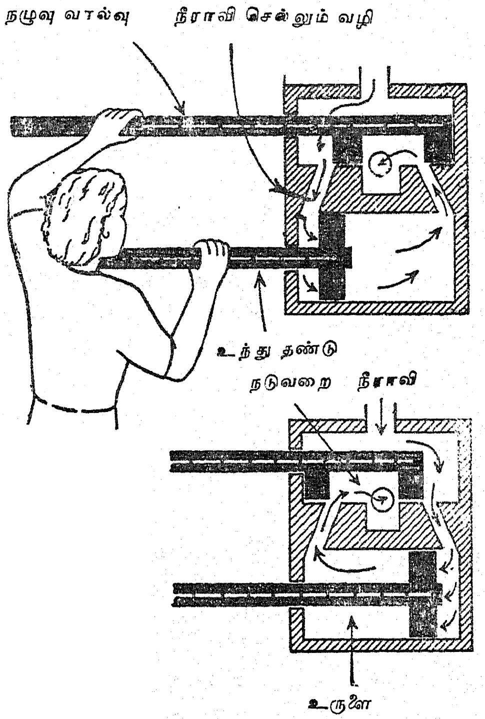
பெரிய சோதனைக் குழல் கிட்டத்தட்ட 20 செ. மீ. நீளமும் 4 செ.மீ. குறுக்கு விட்டமும் கொண்டது ; அளவு-கோடுகளிடப்பெற்ற குழல் ஒரு சிறிய ஆஸ்பிரின் அல்லது மாத்திரைப் புட்டியாகும்; அஃது ஒரு கம்பித் தொட்டிலில் தாங்கப் பெறும். திரவம் உடனே நீர்த் தாரையாக ஒழுகி யோடுவதற்கேற்பத் திண்பொருள் குறைந்தது அதன் அடிமட்டத்தில் கூரிய வடிவினையுடையதாக உள்ளது.



E. வெப்பப் பொறிகள்

1. நீராவியினால் உஞற்றப்பெறும் (Exerted) அமுக்கம்:

ஓர் உராய்வு மூடியுடன் கூடிய ஒரு சிறிய உலோகக் குவளையைக் கைவசப்படுத்துக. திருகு மூடியுடன் கூடிய ஒரு உலோகக் குவளையைப் பயன்படுத்தற்க. ஒரு சிறிது நீரைக் குவளையின் அடிமட்டத்தில் வைத்து, மூடியை இறுக்கமாகப் போட்டு, அதனை ஒரு சுவாலையின்மீது வைத்து சற்றுப் பின்புறமாக விலகி இருந்திடுக. ஒரு சிறிது நேரத்தில் நீங்கள் நீராவியின் விரியும் விசையினைக் காண்பீர்கள்.

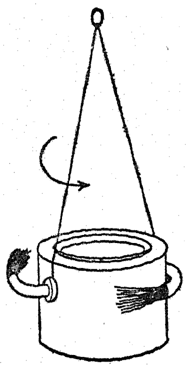


2. ஒரு நீராவிப் பொறி எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது ? :

கீழே காட்டப்பெற்றுள்ளதைப் போன்ற ஓர் ஓவியத்தை ஒரு கரும்பலகையின்மீது வரைந்திடுக. அந்த ஓவியத்தைக் கிட்டத்தட்ட 60 செ. மீ. சதுரமுள்ளதாகச் செய்திடுக. ஒரு விறைப்பான அட்டையினின்றும் ஓர் உந்து தண்டையும் ஒரு நழுவு வால்வையும் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு வெட்டுக. பொறி இயங்கும்பொழுது உந்து தண்டின் இடத்தையும் நழுவு வால்வின் இடத்தையும் காட்டுவதற்கு நீங்கள் மாணாக்கர்களைக்கொண்டு இப்பகுதிகளை ஓவியத்தில் நகர்த்துமாறு செய்க.

3. புகழ்பெற்ற நீராவி விளையாட்டுக் கருவியினை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

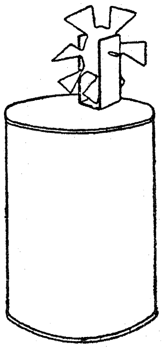
எகிப்து நாட்டைச் சேர்ந்த பண்டைய அலெக்ஸாண்டிரியா நகரிலிருந்த ஹீரோ (Hero) என்பவர் ஒரு நீராவிப் பொறியை இயற்றினர்; அதை அவர் 'காற்றுக்களின் பந்து' என்று பெயரிட்டு வழங்கினர். அந்த மாதிரி விளையாட்டுக் கருவியை அமைக்கும் முறை இது தான்: சுமார் ஒரு பிண்ட் அல்லது அரை லிட்டர் நீர் கொள்ளக்கூடிய ஓர் உராய்வு மூடியினைக்கொண்ட ஒரு தகரக் குவளையைக் கைவசப்படுத்துக. அந்தக் குவளையின் எதிர்ப் பக்கங்களில் சிறிய ஒரு-துளை அடைப்பான்களைப் பொருத்தக்கூடிய அளவுக்குப் பெரிதாக இருக்குமாறு இரண்டு துளைகளை இடுக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இரண்டு கண்ணடிக் குழல்களை வளைத்திடுக. குழல்கள் முனையில் கூர் நுனிகளாக இழுக்கப் பெற்றிருத்தல் வேண்டும். கூர் நுனிகள் எதிர்த் திசைகளைப் பார்த்துக் கொண்டிருக்குமாறு அடைப்பான்களில் குழல்களைப் பொருத்துக. அடைப்பான்கட்குக் கயிற்றினைக் கட்டிக் குவளையைச் சுழல்-மூட்டு அல்லது சங்கிலியால் தொங்கவிடுக. சுமார் 3 செ. மீ. ஆழத்திற்குக் குவளையில் நீர் ஊற்றி, மூடியை இறுகப் போட்டு அதனை ஒரு சுவாலையின்மீது வைத்திடுக.



4. மாதிரி நீராவிச் சுழலியை எங்ஙனம் இயற்றுவது? :

காற்றுடிச் சக்கரம் ஒன்று பொருத்தப் பெற்றுள்ள ஒரு தகரக் குவளையினின்றும் ஒரு மாதிரிச் சுழலி (Turbine) அமைக்கப்பெறலாம். ஒரு வட்டமான தகரத் துண்டினின்றும் ஆரக் கீற்றுக்களை வெட்டியெறிந்து எஞ்சியுள்ள வால் அலகினைத் திருகிக் காற்றுடி இறகுகள் அமைக்கப்பெறுகின்றன.

இந்தச் சுழலியின் அச்சு ஒரு தையலூசியாகும்; அச்சுத் தாங்கி U-வடிவமாக வளைக்கப்பெற்ற ஒரு தகரத் துண்டினின்றும் இயற்றப் பெற்றுக் குவளையின் உச்சியின்மீது பற்றுசு வைத்து இணைக்கப்பெறுகின்றது.

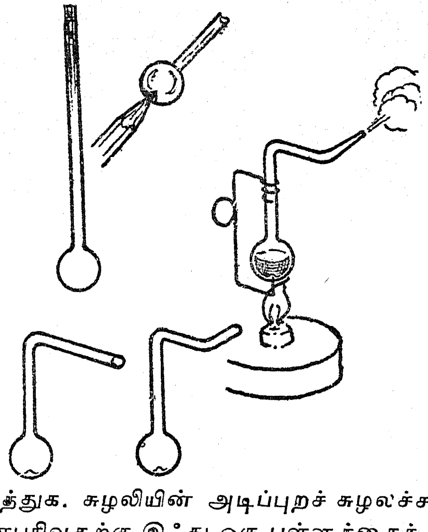


நீராவிப் பீற்றுங்குழலுக்குரிய ஒரு துளை காற்றுடி இறகுகட்கு எதிர்ப்புறமாகச் செய்யப் பெறுதல் வேண்டும்.

5. கண்ணுடியினின்றும் எங்ஙனம் ஒரு மாதிரிச் சுழலியை இயற்றுவது? :

இந்த மாதிரி உருவத்தை அமைத்திடுவதற்கு மிகச் சிறிதளவு கண்ணுடி ஊதும் அனுபவம் தேவைப் படுகின்றது. ஒரு சாதாரணக் கண்ணுடிக் குழலை ஒரு சுவாலையில் வைத்து, அதன் ஒரு முனையை அடைத்து, அதில் சுமார் 1·5 செ.மீ. குறுக்குவிட்டமுள்ள ஒரு குமிழினை ஊதுக.

குமிழின் அடிமட்டத்தை மென்மையாக்கச் செய்து அதனுள் ஒரு பென்சிலை வைத்து

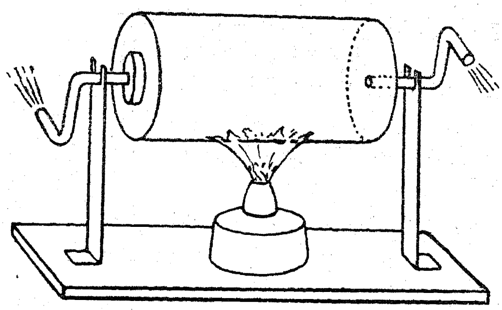


அழுத்துக. சுழலியின் அடிப்புறச் சுழலச்சாகத் துணைபுரிவதற்கு இஃது ஒரு பள்ளத்தைச் செய்

யும், குழலின் உச்சிப் பகுதியை 90°க்கு வளைத்து மீண்டும் ஒரு செங்கோணமாக வளைக்கப் பெற்ற ஒரு கூர் நுனிக் குழலாக இழுத்திடுக. குமிழினைச் சூடாக்கியும் அதன் பிறகு திறந்த முனையினை ஒரு கண்ணாடிக் குவளையிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பின்கீழ் ஆழ்த்தியும் குமிழில் பாதியளவு நீரினால் நிரப்புக. ஓவியத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு தாங்கியாகச் செயற்பட ஒரு கம்பிச் சட்டத்தை அமைத்திடுக.

6. ஒரு பழைய உலோக மெருகேற்றும் பொருளுள்ள தகரக் குவளையினின்றும் வெப்பப் பொறி :

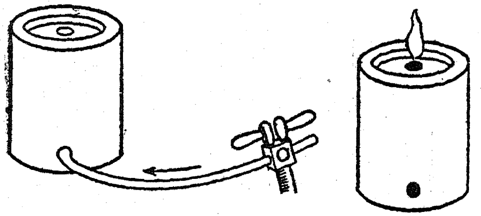
குவளை இரண்டு தாமிரக் குழல்களின்மேல் கிடைமட்டமாகத் தாங்கப்பெறுகின்றது ; இத்



தாமிரக் குழல்கள் வெளியேறு குழலாகத் துணை புரிகின்றன. அவை குவளையின் அடி மட்டம், உச்சி இவற்றின் மையத்தினூடே பற்றுசு வைத்துப் பொருத்தப்பெறுகின்றன. குவளை அரைகுறையாக நீரால் நிரப்பப்பெற்று ஒரு மரத்தாலாகிய அடித்தளத்தில் பொருத்தப் பெற்றுள்ள இரண்டு இரும்புத் தாங்கிகளின் மீது தங்குகின்றது.

7. வெடிக்கும் வாயுவின் விசையினைக் காட்டுதல் :

ஒன்று அல்லது இரண்டு லிட்டர் கொள்ளக் கூடிய உராய்வு மூடியைக்கொண்ட ஓர் உலோகக் குவளையைக் கைவசப்படுத்துக. உராய்வுள்ள உச்சியின் மையத்தில் சுமார் அரை சென்டி மீட்டர் குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு துளை இடுக. குவளையின் அடிமட்டத்தின் அருகில் 2 செ. மீ. குறுக்களவுள்ள மற்றொரு துளையினை இடுக. உராய்வு மூடியினை இறுக்கமாக வைத்து அழுத்துக. ஒரு வாயுக் கூர் நுனிக் குழலிலிருந்து நெளியக்கூடிய ஒரு நீண்ட குழலைக் (Hose) குவளையின் அடித் துளையில் வைத்து வாயுவினைத் திருப்பிவிடுக. குவளை வாயுவால் நிரம்பி அதன் மேற்புறத் துளையின்வழியாக வெளிவரும் வாயுவின் மணத்தை நீங்கள் உணரும்வரையிலும் வாயுவினை விடுக. நெளியும் குழலை அகற்றி மேற்

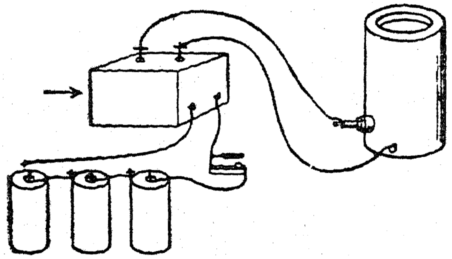


புறத் துளையில் வாயுவினைத் தீப்பற்றச் செய்க. சற்றுப் பின்புறமாக ஒதுங்கி நின்றுகொண்டு முடிவுகளைக் கவனித்திடுக. சுவாலை அணைந்து விட்டதாகக் காணப்பெறினும் குவளையின் அருகில் போகற்க. வாயு உச்சியில் எரியும் பொழுது அடி மட்டத்தின் உள்ளே என்ன வருகின்றது ? எப்பொழுது கலவை (Mixture) வெடிக்கும் பொருளாக அமைந்தது ? (காற்றின் அளவுடன் ஒப்பிட்டால் வாயுவின் அளவு என்ன ?)

8. ஒரு பொறியில் எங்ஙனம் பெட்ரோலின் ஆவி வெடிக்கப்பெறுகின்றது ?:

இந்தச் சோதனைக்கு உராய்வு மூடியினைக் கொண்ட ஓர் உலோகக் குவளை உங்கட்குத் தேவைப்படும். ஒரு சாதாரண தானியங்கியின் பொறிமுளை (Spark plug) பொருத்தப்பெறுவதற்கேற்ப குவளையின் அடி மட்டத்தருகில் ஒரு துளையிடுக. அடி மட்டத்தருகில் எதிர்ப்புறத்தில் ஒரு சிறு ஆணித் துளையிடுக. தேவையான உயர் மின் அழுத்தம் (High voltage) தருவதற்கு உங்கட்கு முதல் நிலை மின் சுற்றில் ஒரு குறுக்கீடு சாதனத்துடன் (Interruptor) கூடிய ஒரு மின் தூண்டு சுருள் (Induction coil) உங்கட்குத் தேவைப்படும். மின் தூண்டு சுருளின் முதல்நிலைக் கடத்திகளை (Primary leads) மூன்று அல்லது நான்கு உலர்ந்த மின் கலன்களுடன் இணைத்திடுக. ஓர் இரண்டாம் நிலைக் கடத்தியை (Secondary lead) பொறி முளையின் உச்சியுடனும் மற்றொரு கடத்தியை குவளையின் விளிம்புடனும் இணைத்திடுக. குவளையை வெதுவெதுப்பாக்குக. கிட்டத்

தட்டப் பத்துத் துளி பெட்ரோலைக் குவளையில் வைத்திடுக. மூடியை இறுக வைத்து மின் தூண்டு சுருளின் முதல் நிலைச் சுற்றிலுள்ள மின்சாரப் பொத்தானை மூடி விடுக. ஓர்



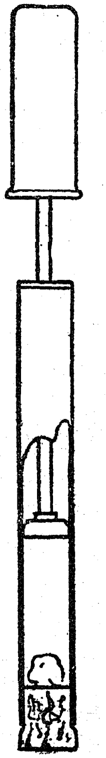
உயர்ந்த மின் அழுத்தத்தைத் தருவதற்கு தானியங்கியின் தீப்பற்று சுருள் (Ignition coil) பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். பற்றிணைப்புக் கள் (Contacts) திறக்கப்பெற்றதும் காந்தப் புலனின் திடீர் வீழ்ச்சியின் காரணமாக தீப்பொறி உண்டாகின்றது.

9. ஒரு தீப் பீச்சுகுழலை எங்ஙனம் அமைத்திடுவது ?:

நடைமுறையில் தீப்பீச்சு குழலாகப் பயன் படுவதற்குத் தரப்பெறும் பொருள் எளிதில் தீப்பற்றும் உலர்ந்த பொருளாகும் (Amadou)[1]

[1]Amadou - காளானிலிருந்து தயாரிக்கப்பெறும் ஒரு வகைப் பொருள்; தீக்குச்சாகப் பயன்படுவது.

அது நன்கு உலர்ந்திராவிட்டால் தீப்பற்ருது. சிறிதளவு பாஸ்வரம் சேர்க்கப்பெற்ற கார்பன்-டைசல்ஃபைடில் நனைக்கப்பெற்ற பஞ்சு அழுந்து நிலையில் (Compression) உண்டாக்கப் பெறும் வெப்ப நிலைகளில் தீப்பற்றும்.



ஒரு கண்ணாடியாலான தீப்பீச்சு குழல் பயன்படுத்தப் பெறுகையில் அது மிகவும் பயன்விளையத்தக்கதாக உள்ளது. ஓர் உறுதியான எரிதல் குழலை (Hard combustion tube) ஒரு நல்ல உந்து தண்டுடன் பொருத்துக (ஒரு மிதி வண்டிப் பம்பின் உந்து தண்டு இதற்குப் போதுமானது). திறந்த முனையின்வழியாகப் பஞ்சினை நுழைத்து ஒரு தக்கையினால் மூடுக. ஒரு பெஞ்சு அல்லது மேசையின்மீது வேகமாக உந்துதண்டினைக் கீழே கொண்டுவருக; எளிதில் தீப்பற்றும் பொருள் (Tinder) தீப்பற்றுங்கால் ஒரு நீல நிறமான திடீர் ஒளி பார்க் கப் பெறும்.

சிறு துளை வெட்டப்பெற்ற ஓர் இரும்புக் குழல் ஒரு பாதுகாப்பு உறையாகப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்; ஆனால் இச் சோதனை உண்மையிலேயே தீங்கு பயக்கக் கூடியதாக இல்லை.

இயல் 14

காந்தத் தன்மையின் படிப்புபற்றிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

1. இயற்கைக் காந்தங்கள்:

உலகின் பல பகுதிகள் காந்த இரும்புத் தாது எளிதில் காணப்படக் கூடியது. அது உள்ளூரில் கிடைக்காவிடில், எந்தக் கடையிலிருந்தும் அதனை ஒரு சிறு விலைக்குப் பெறலாம். அத்தகைய இரும்புத் தாதுவின் ஒரு துண்டினைக் கைப்பற்றுக. இஃது ஓர் இயற்கைக் காந்தமாகும். சிறிதளவு இரும்பு அரத்தூள் அல்லது நுட்பமாக வெட்டப்பெற்ற எஃகுப் பஞ்சுத் தூளை ஒரு வெண்மையான தாளில் தூவி அத் தாது அவற்றை எங்ஙனம் கவர்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. காகித இடுக்கிகள் சமுக்காள ஆணிகள்போன்ற இரும்பினால் செய்யப்பெற்ற பளுவான பொருள்களை அத் தாதுவினால் பற்றுவதற்கு முயலுக. ஒரு கட்டித் தாதுவினை ஒரு காந்த ஊசியினருகில் கொண்டுவந்து உற்றுநோக்குக. அக் கட்டியின் எல்லாப் பகுதிகளும் ஒரே மாதிரியாகக் காந்த ஊசியினைப் பாதிக்கின்றனவா ?

2. செயற்கைக் காந்தங்களைக் கைவசப்படுத்தல் :

காந்தத் தன்மையின் படிப்பிற்குரிய உறுதியானவையும் பயன்படத்தக்கவையுமான செயற்கைக் காந்தங்கள் பழைய வானொலிப் பெட்டியின் ஒலி பெருக்கிகள், பழைய தொலைபேசியின் ஏற்குங் கருவிகள், பழைய தானியங்கியின் வேகமானிகள் (Speedometers) ஆகியவற்றினின்றும் பெறுதல் கூடும். காந்தங்கள் அடிக்கடிச் சந்தையில் விலைக்கு வாங்கப்பெறுதல் கூடும்; அறிவியல் பொருள் விற்கப்பெறும் கடைகளில் அவற்றை எப்பொழுதும் பெறலாம். குதிரை-லாடம், U-வடிவம், நேர்-அல்லது சட்ட-காந்தங்கள் போன்ற வடிவில் செயற்கைக் காந்தங்கள் செய்யப்பெறுகின்றன.

3. எஃகுக் கோலை எங்ஙனம் காந்தமாக்குவது? :

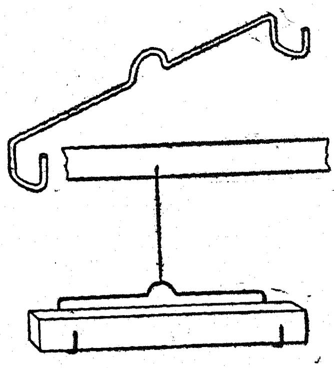
ஒரு தையலூசி, தைத்து மூட்டும் ஊசி (darning needle), ஓர் இரும்பு ஆணி, கடிகார வில் இவற்றைக் காந்தமாக்குவதற்குக் காந்தத் தன்மையுள்ள இரும்புத் தாதுத் துண்டினை அல்லது மற்றொரு காந்தத்தைப் பயன்படுத்துக. காந்தமாக்கப்பெற்றுள்ள பொருளைக் கொண்டு அச் சட்டத்தைப் பல தடவைகள் சாதாரணமாக வருடியே இது செய்யப்பெறலாம். இரண்டு முனைகளிலும் எதிர்த் துருவங்களைக்கொண்ட ஒரு சட்டக் காந்தத்தை ஆக்க நீங்கள் விரும்பினால், ஒரு செயற்கைக் காந்தத்தைப் பயன்படுத்துக. காந்தமாக்கப் பெறாத சட்டத்தின் மையத்தில் தொடங்கி, காந்தத்தின் ஒரு முனையைப் பயன்படுத்தி முனையை நோக்கி வருடுக. இங்ஙனம் பல தடவைகள் வருடிய பிறகு, கோலைத் திருப்பி வைத்துக்கொண்டு காந்தத்தின் எதிர் முனையைப் பயன்படுத்திக் கோலின் மையத்திலிருந்து மற்றொரு முனையை நோக்கி வருடுக. இந்தக் கோலைப் பயன்படுத்தி இரும்புத் தூளை பொருக்கியோ அல்லது ஒரு காந்த ஊசியின் அருகில் கொணர்ந்தோ உங்கள் முடிவுகளைச் சோதித்திடுக.

4. சட்டக் காந்தங்களை ஆக்குவதெங்ஙனம்? :

சில தட்டையான, உறுதியான எஃகுத் துண்டுகளைக் கைவசப்படுத்துக. பழைய வெட்டுவாள் அல்லது உலோகவாள் அலகுகள் பயன்படத்தக்கவை. ஒரு கடிகார வில்லினின்றும் வெட்டப்பெற்ற நீண்ட துண்டுகளும் பயன்படுத்தப்பெறலாம். அந்த எஃகினை 15 செ.மீ. நீளத் துண்டுகளாக வெட்டுக. அடுத்து, ஒவ்வொரு துண்டின் எதிர்முனைகளையும் ஒரு வலுவான காந்தத்தின் மாற்றுமுனைகளைக்கொண்டு மேலே சோதனை-3இல் கூறப்பெற்றுள்ளது போல் வருடுக. ஒவ்வொரு சட்டக் காந்தத்தையும் காந்த ஊசியினைக்கொண்டு சோதித்திடுக. சட்டக் காந்தத்தின் இரண்டு முனைகளும் காந்த ஊசியை எதிர்மாறான முறைகளில் பாதிக்க வேண்டும். கெட்டியான எஃகினைக் காந்தமாக்குவது மிகவும் கடினமானது. நீங்கள் முனையை நோக்கி வருடும் போது அந்த எஃகுத் துண்டினை ஒரு மேசையின்மீது வைத்துக் காந்தத்தின் முனையை எதிர்த்து அடிக்க வேண்டும்.

5. திரும்பக்கூடிய ஒரு தொட்டிலைக் காந்தப் படிப்பிற்கு எங்ஙனம் இயற்றுவது? :

ஒரு பளுவான கம்பியைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. மேலங்கியைத் தொங்கவிடும் சாதனத்திலுள்ள கம்பி இதற்கு மிக நல்ல முறையில் பயன்படும். விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள வடிவத்தில் அதனை வளைத்திடுக. கோடி



களிலுள்ள இரண்டு கொக்கிகளுக்கு இடையிலுள்ள தூரம் பயன்படுத்தப்பெறும் மிகச் சிறிய காந்தமும் அத் தொட்டிலில் கிடத்தப் பெறுவதற்கேற்பச் சிறியதாக இருத்தல் வேண்டும்.

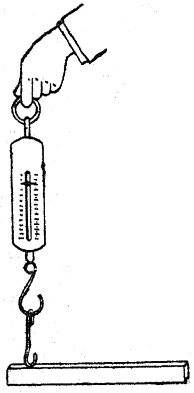
தொட்டிலை மிக நேர்த்தியான தாமிரக் கம்பி அல்லது நைலான் கயிற்றைக்கொண்டு ஒரு வசதியான கொக்கி அல்லது தாங்கியினின்றும் தொங்கவிடுக. சட்டக் காந்தத்தை தொட்டிலில் வைத்து அதன் அருகில் ஏனைய காந்தங்களைக் கொணர்க.

6. காந்தத்தில் காந்தத் தன்மையின் திட்பப் பெருக்கம் (Concentration):

ஒரு தாளின்மீது அதிகமான இரும்புத் தூளைக் கொட்டுக. ஒரு சட்டக் காந்தத்தை அத் தூளில் உருட்டிப் பெரும்பாலான அரத் தூள் அச் சட்டத்தின் முனைகளின் அருகிலுள்ள இடங்களில் ஒட்டிக் கொண்டிருப்பதை உற்று நோக்குக. ஒரு காந்தத்தின்மீது காந்தத் தன்மை திட்பப்பெருக்கமாக இருப்பதாகக் காணப்பெறும் இடங்கள் காந்தத் துருவங்கள் என்று வழங்கப்பெறுகின்றன. குதிரை லாட காந்தம், U-வடிவ காந்தம், போன்ற வேறு வடிவ காந்தங்களைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

7. வில் தராசினுல் சோதிக்கப்பெற்ற ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் நெடுக காந்தத் தன்மையின் வேறுபாடு :

ஒரு சட்டக் காந்தத்தை ஒரு சதுரக் கட்டக் காகிதத்தின்மீது வைத்திடுக. வில் தராசின் கொக்கியில் ஒரு மெல்லிரும்பு ஆணியைக் கட்டி அந்தக் காந்தத்தின் நெடுக 2·5 செ. மீ. இடைவெளிகளில் உள்ள புள்ளிகளில் அதனை தூக்கத் தேவையான இழுப்பு எவ்வளவு என்று சோதித்திடுக. ஆணிக்குப் பதிலாக வில் தராசின்

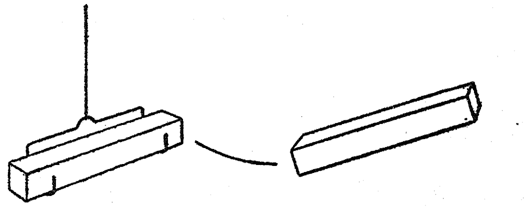


கொக்கியே இதற்குப் பயன்படும்; ஆனுல் அது நிரந்தரமாகக் காந்தமாகாதிருக்குமாறு கவனம் எடுத்துக் கொள்ளப்பெறுதல் வேண்டும்.

தேவையான இழுப்பிற்கும் காந்தத்தின் ஒரு கோடியிலிருந்து காந்தத்தின் நெடுக உள்ள தூரத்திற்கும் இடையே உள்ள அளவுகளை ஒரு வரைப்படமாகத் தெரிவித்திடுக. கோடிகளின் இறுதியில் காந்தம் மிக வலுவானதாக உள்ளதா?

8. இடப் பரப்பின்மூலம் காந்தங்கள் செயற்படுகின்றனவா? :

மேலே சோதனை-5இல் விவரித்துள்ளவாறு ஒரு சட்டக் காந்தத்தை ஒரு தொட்டிலில்



தொங்கவிடுக. தொங்கவிடப்பெற்றுள்ள காந்தத்தினருகே வேறு காந்தங்களைக்

கொண்டுவந்து இந்தச் சோதனையில் விடுக்கப் பெற்றுள்ள வினவிற்கு விடையிறுப்பதற்கு உற்றுநோக்கல்களை மேற்கொள்க.

9. காந்தத்தின் துருவங்கள் ஒரே மாதிரியாக உள்ளனவா ?:

சோதனை-8இல் உள்ள அதே பொருள்களையே ஈண்டும் பயன்படுத்துக. தொங்க விடப்பெற்றுள்ள காந்தத்தின் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு சுண்ணக் காம்பினுல் அல்லது தாளினுல் அடையாளம் செய்திடுக. இப்பொழுது மற்றொரு காந்தத்தின் ஒரு முனையைத் தொங்க விடப்பெற்றுள்ள காந்தத்தின் அடையாளம் செய்யப்பெற்றுள்ள முனையருகே கொணர்க. உங்கள் கையிலுள்ள காந்தத்தை எதிரிடையாகத் திருப்பி அதனுடைய மற்றொரு முனையைத் தொங்கவிடப்பெற்றுள்ள அடையாளமிடப்பெற்றிருக்கும் முனையருகே கொணர்க. அவை ஒரே மாதிரியாக எதிர்வினை புரிகின்றனவா ? முதல் தடவையிலுள்ள செயலை நீங்கள் எங்ஙனம் விவரிப்பீர்கள் ? இரண்டாவது தடவையில் எவ்வாறு விளக்குவீர்கள் ?

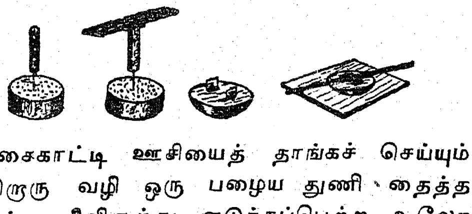
10. காந்தத் தன்மையின் விதி :

மீண்டும் சோதனை-8இல் உள்ள அதே பொருள்களையே பயன்படுத்துக. காந்தங்களை ஒரு காந்த ஊசியினைக்கொண்டு சோதித்திடுக. காந்த ஊசியின் வட முனையை வெறுத் தொதுக்கி அதன் தென்முனையைக் கவரும் ஒவ்வொரு காந்தத்தின் முனையினையும் அடையாளமிடுக. காந்தங்களின் அடையாளமிடப் பெற்ற இம் முனைகள் 'வட துருவங்கள்' என்று வழங்கப்பெறுகின்றன. அடையாளமிடப் பெருத முனைகள் 'தென் துருவங்கள்' எனப் படுபவையாகும். காந்தங்களின் தென் துருவங்கள் தெற்குத் திசையினைக் காட்டும் காந்த ஊசியின் முனையை வெறுத்தொதுக்க வேண்டும்; வடக்குத் திசையினைக் காட்டும் முனையைக் கவர வேண்டும்.

இப்பொழுது அடையாளமிடப்பெற்றுள்ள காந்தங்களுள் ஒன்றனைத் திரும்பும் தொட்டிலில் தொங்கவிடுக. தொங்கவிடப்பெற்றுள்ள காந்தத்தின் வடமுனையின் அருகில் மற்றொரு காந்தத்தின் வடமுனையைக் கொண்டு வருக. நீங்கள் காண்பது கவர்ச்சியா ? அல்லது வெறுத்தொதுக்கமா ? அடுத்து, இரண்டு காந்தங்களின் தென் முனைகளுள் ஒன்றன் அருகே மற்றென்றினைக் கொணர்க. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? தொங்கவிடப்பெற்றுள்ள காந்தத்தின் தென் துருவத்தின் அருகில் உங்கள் கையிலுள்ள காந்தத்தின் வட முனையைக் கொணர்க. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? தொங்கவிடப்பெற்றுள்ள காந்தத்தின் வட துருவத்தின் அருகில் உங்கள் கையிலுள்ள காந்தத்தின் தென் துருவத்தைக் கொணர்க. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ? ஓரினக் காந்தத் துருவங்களைப்பற்றியும், எதிரினக் காந்தத் துருவங்களைப்பற்றியும் நீங்கள் என்ன சொல்லக் கூடும்? இதுதான் காந்தத் தன்மையின் விதியாகும்.

11. எளிய திசைகாட்டி ஊசிகளைச் செய்தல் :

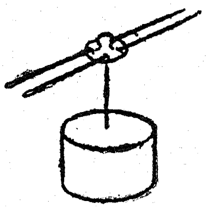
ஓர் எஃகுத் துண்டு, அல்லது கைக்கடிகார வில்லினை ஒரு காந்தக்கல் (Lode stone) அல்லது வேறொரு காந்தத்தைக்கொண்டு வருடி, காந்தமாக்குக. அதனை ஒரு திசைகாட்டி ஊசியாக மாற்றுவதற்கு அஃது எவ்வளவுக்கு இயலுமோ அவ்வளவுக்கு உராய்வில்லா ஒரு தாங்கியினைப் பெறுதல் வேண்டும். இது பல்வேறு வழிகளில் ஏற்பாடு செய்யப்பெறுதல் கூடும். ஒரு சிறிது நீளமுள்ள (3 செ. மீ.) கண்ணாடிக் குழலின் ஒரு முனையை சுவாலையில் வைத்துச் சூடாக்கி அடைத்துவிடுக. இங்ஙனம் இயற்றப்பெற்ற சிறிய சோதனைக் குழலை ஒரு மரக்கட்டை அல்லது தக்கையின் வழியாகச் செலுத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு குண்டூசியின்மீது தாங்கச் செய்திடுக. முத்திரை அரக்கினைக்கொண்டு எஃகுத் துண்டினைச் சோதனைக் குழலுடன் பொருத்தி அது தடையற்றும் ஒரே சமனுகவும் ஊசலாடுமாறு சரிப்படுத்துக.



திசைகாட்டி ஊசியைத் தாங்கச் செய்யும் மற்றொரு வழி ஒரு பழைய துணி தைத்த பொத்தானிலிருந்து எடுக்கப்பெற்ற உலோகப் பகுதியைப் பயன்படுத்துவதாகும். காந்தமாக்கப்பெற்ற கோலினை இரண்டு இரண்டு

பிதுக்கங்களுடன் பற்றுவித்திடுக; பொத்தானின் விளிம்புள்ள பகுதியை ஒரு கண்ணாடி அல்லது வேறு மழமழப்பான மேற்பரப்பின் மீது வைத்திடுக.

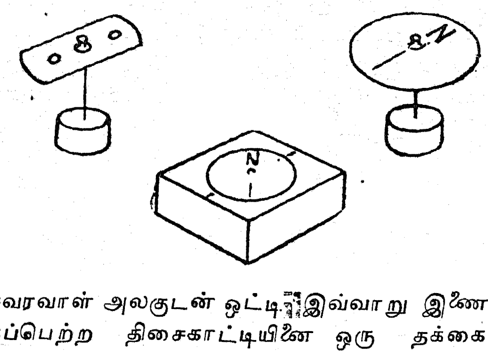
காந்தமாக்கப்பெற்ற இரண்டு தையலூசிகளை ஒரு பெரிய அமுக்குப் பொத்தானூடே செலுத்தி மற்றோர் எளிய காந்த ஊசியினை இயற்றிடலாம். காது ஒரு தக்கையினுள் செலுத்தப்பெற்ற மற்றோர் ஊசியின்மீது இது



சமநிலையாக வைக்கப்பெறுதல் கூடும். ஒரு சிறிய அமுக்குப் பொத்தான் பயன்படுத்தப் பெற்றால், அதன் சிறிய துளைகளின்வழியாக ஊசிகளை அமுக்கும்பொழுது பிதுக்கமாகவுள்ள தட்டையான விளிம்பு சாமணத்தால் நசுக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

12. சவரவாள் அலகுத் திசைகாட்டி ஊசிப் பெட்டி:

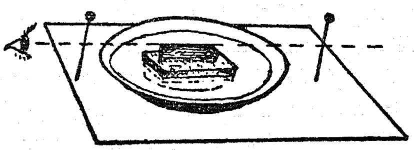
ஒரு சட்டக் காந்தத்தால் வருடி ஒரு பழைய மூன்று - துளையுள்ள சவரவாள் அலகினைக் காந்தமாக்குக. ஒரு பழைய சலவைமனைப் பொத்தானை அல்லது மூடப்பெற்ற ஒரு கண்ணாடிக் குழலை நடுத்துளையின் வழியாகச் செலுத்துக. ஒரு வட்டமான அட்டைத் துண்டினைச்



சவரவாள் அலகுடன் ஒட்டி. இவ்வாறு இணைக்கப்பெற்ற திசைகாட்டியினை ஒரு தக்கைத் துண்டின்மீது குத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு குண்டூசியின்மீது தொங்கவிடுக. அட்டையின் உச்சிப் பகுதியில் வட திசையினை அடையாளம் செய்திடுக. இந்தத் திசைகாட்டியினை செல்லோஃபேன் தாளால் அமைக்கப்பெற்ற ஒரு வட்டமான சாளரத்தைக் கொண்ட ஓர் அட்டைப் பெட்டியினுள் அடைத்து வைத்திடுக. பெட்டியின்மீது ஒரு மேற்கோள் கோட்டினை வரைந்திடுக.

13. காந்த வட்டத்தினை அறுதியிடல்:

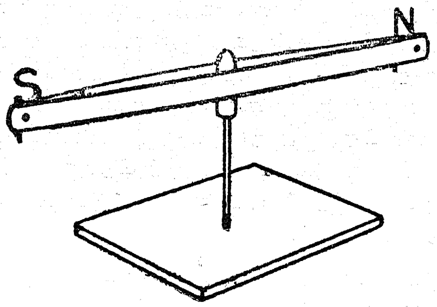
10×3 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு தட்டையான தக்கையினை ஒரு சாறுணும் தட்டிலுள்ள நீரின் மீது மிதக்கவிடுக.



ஒரு சிறிது நீளமுள்ள வெட்டுவாள் அலகு அல்லது வேறு எஃகினைக் காந்தமாக்கி அதனை அதன் பற்கள் கீழ்நோக்கியும் அதனுடைய நீளப் பகுதி தக்கையின் நெடுகவும் இருப்பதற்கேற்றவாறு தக்கையுடன் பொருத்துக. அஃது அமைதி நிலைக்கு வந்ததும், இரண்டு குண்டூசிகளைப் பயன்படுத்தி அதன் மேல் விளிம்பினைப் பார்த்திடுக. குண்டூசிகளின் அடிப் புள்ளிகளைச் சேர்க்கும் கோடுதான் 'காந்தத் துருவ ரேகை' (Magnetic Meridian) ஆகும்.

14. செய்முறை விளக்கத் திசைகாட்டி ஊசி:

இரண்டு வெட்டுவாள் அலகுகளை அவற்றின் ஒவ்வொரு முனையிலுமுள்ள துளைகளின் வழியாக ஆணியடித்து இறுக்கி ஒன்றாக இணைத்து,



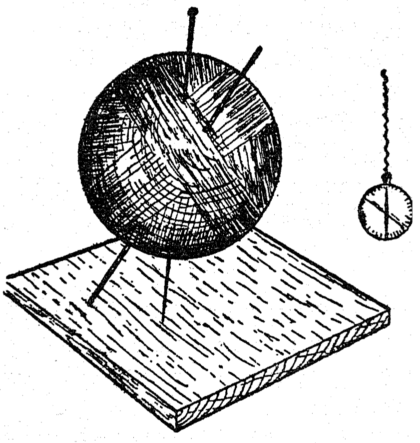
அதன் பிறகு அவற்றினைக் காந்தமாக்குக. மூடப்பெற்ற கண்ணாடிக் குழல் ஒன்றினை ஒரு தாங்கியாகப் பயன்படுத்துக. இதனை அலகுகளுக்கிடையில் மையத்தில் செலுத்தி அதனை

ஒரு மரக் கட்டையில் அடிக்கப்பெற்றுள்ள தையலூசியின்மீது சமனிலையாக நிறுத்துக. சுழலச்சினை முத்திரை அரக்கினைக் கொண்டோ அல்லது பசையினைக்கொண்டோ நிலையாகப் பொருத்துக.

15. பூமியின் காந்தத் தன்மையைக் காட்டும் மாதிரி அமைப்பு :

இந்த மாதிரி அமைப்பில் பூமியை உணர்த்துவதற்கு ஒரு பந்து அல்லது உருண்டையான பழம் தேவைப்படுகின்றது. அதனை ஒரு கோணத்தில் சாய்ந்திருக்கும் மரத்தாலான ஓர் அகப்பைக் கோலில் தாங்குமாறு அமைத்திடுக. இது பூமியின் சுழற்சியின் அச்சிற்கு அறிகுறியாக உள்ளது.

பூமியின் காந்த அச்சு

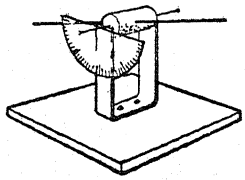


இந்த 'பூமியை'க் காந்தமாக்கப்பெற்ற தையலூசியினால் துளைத்திடுக ; இந்த ஊசி பூமியின் காந்த அச்சின் திசையில் அமைந்திருக்கும்.

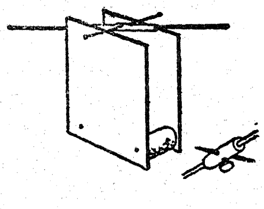
கைக்கடிகாரச் சங்கிலியில் ஓர் அணி போல் அடிக்கடிப் பயன்படுத்தப்பெறுவது போன்ற ஒரு சிறிய திசைகாட்டியைப் பயன்படுத்தி வெளிப்புறப் புலத்தினைச் சோதித்திடுக.

16. எங்ஙனம் சரிவு வட்டத்தை (Dip circle) ஆக்குவது? :

ஒரு தக்கையின்வழியாக அதன் முனையின் ஒரு குறுக்கு விட்டத்திற்கு இணையாக ஒரு தையலூசியைச் செலுத்துக. குண்டூசிகளை ஓர் அச்சாகப் பயன்படுத்தித் தக்கையை ஒரு U-வடிவமுள்ள பித்தளைக் கீற்றின்மீது கிடைமட்டமாகச் சமநிலையாக்குக. அதனைக் கத்தி முனைகளினின்றும் எடுத்துத் தக்கையின் அமைதி கலையாது அதனைக் காந்தமாக்குக. அது திரும்பவும் சுழலச்சுக்களின்மீது வைக்கப்பெற்றதும், பூமியின் காந்தப்புலனால் ஒரு முனை கீழ்நோக்கி இழுக்கப்பெறும். அந்த அமைப்பிலுள்ள பாகைமானி (Protractor) இந்தச் 'சரிவுக்' கோணத்தை அளக்கத் துணை புரிகின்றது.



காந்தத்தைத் தொங்கவிடுவதில் ஒரு மாற்று வழியும் உண்டு ; இதில் ஒரு மிதிவண்டி வால்வுக் குழல் அதன்வழியாகச் செலுத்தப்பெற்ற ஒரு குண்டூசியுடன் அச்சாகப் பயன்படுகின்றது. ஓவியத் தட்டூசிகளால் சரியான நிலையில் நிலைபெறுமாறு செய்யப்பெற்றுள்ள தக்கைகளால் இடைவெளிவிட்டு வைக்கப்பெற்றுள்ள அஞ்சல் அட்டைகளால் கத்தி முனைகள் அளிக்கப்பெறுதல் கூடும். அதன் பிறகு சரிவுக் கோணத்தின் நிலை ஒரு பென்சிலைக்கொண்டு அடையாளம் செய்யப்பெற்றுப் பின்னர் அளக்கப்பெறுதல் கூடும்.

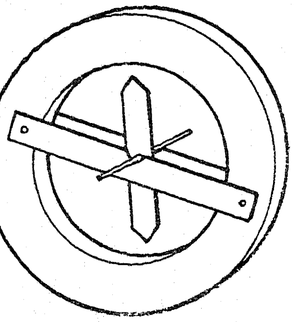


உலோக 'இணைப்புச் சாதனங்கள்' கிடைக்கப்பெறின், அவற்றுடன் கிராமஃபோன் ஊசிகளைப் பற்றுசினால் இணைத்து மிகவும் நிரந்தரமான பொறியமைப்பு இயற்றப்பெறுதல்கூடும்.

17. செயல் விளக்கச் சரிவு வட்டம் :

50 செ. மீ. வெளிக் குறுக்குவிட்டத்துடன் கூடிய ஓர் அட்டை வளையத்தை வெட்டுக. இரண்டு மரச் சட்டங்களை அதன் குறுக்கு விட்டத்தின்வழியாக இறுகப் பிணைத்திடுக ; இவை

சரிவு ஊசியின் தாங்கிகளாகப் பயன்படுகின்றன. ஓர் அட்டையினின்றும் ஒரு மாதிரி சரிவு ஊசியினை வெட்டி சட்டங்களில் வெட்டப்பெற்றுள்ள பள்ளங்களில் அதனைத் தாங்கச் செய்திடுக.



சரிவு வட்டத்தின் பல்வேறு தவறுகளைக் கலந்தாயும்போது இத்தகைய ஒரு மாதிரி அமைப்பு பயன்படுகின்றது.

18. திசை காட்டியைக் கொண்டு துருவி ஆராய்தல் :

இரும்பினாலும் எஃகினாலும் செய்யப்பெற்ற பல பொருள்கள் பூமியின் காந்தத் தன்மையினால் காந்தமாக்கப்பெறுகின்றன. ஒரு திசைகாட்டியினைக்கொண்டு இரும்பு வேலித் தூண்கள், இருப்புப் பாலங்கள் முதலியவற்றை துருவியாராய்தல் மிகவும் கவர்ச்சியானதாக உள்ளது. அவை காந்தத் துருவங்களைக் கொண்டுள்ளனவா என்பதைக் காண அவற்றின் இரு முனைகளையும் சோதித்திடுக. ஓர் இரும்புக் கோலினைப் பூமியில் அறைந்து அது காந்தமாக்கப்பெறுகின்றதா என்பதைக் காண்க. அதன் உச்சியிலும் பூமியின் அருகிலும் அதனைச் சோதித்திடுக. ஒரு திசைகாட்டியினைக்கொண்டு பள்ளியைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களையும் வீட்டிலுள்ளவற்றையும் சோதித்திடுக.

19. எப்பொருள்கள் காந்தத் தன்மையுடையவை?:

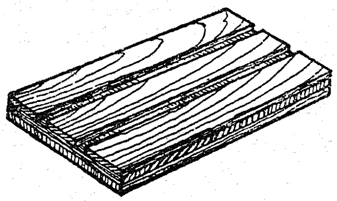
காகிதம், மெழுகு (அரக்கு), பித்தளை, துத்தநாகம், இரும்பு, எஃகு, நிக்கல், கண்ணாடி, தக்கை, இரப்பர், அலுமினியம், தாமிரம், பொன், வெள்ளி, மரம், வெள்ளீயம் முதலியவற்றாலான பல்வேறு வகைப் பொருள்களைச் சேகரித்திடுக. அவற்றை ஒரு பெட்டியில் வைத்து அவற்றுள் எவை கவரப்பெறுகின்றன, எவை கவரப் பெறவில்லை என்பதை ஒரு காந்தத்தைக்கொண்டு சோதித்திடுக.

20. சம்மட்டியால் அடித்து ஒரு சட்டத்தைக் காந்தமாக்கல் :

சுமார் ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள ஓர் இரும்புக் கோலினைக் கைவசப்படுத்துக. ஓர் இரும்புத் திரைக் கோல் இதற்குப் போதுமானது. அது காந்தமாக்கப்பெற்றுள்ளதா என்பதைக் காண ஒரு திசைகாட்டியைக்கொண்டு ஒவ்வொரு முனையையும் சோதித்திடுக. அந்தச் சட்டத்தினை வடக்கு-தெற்குத் திசையில் வைத்து அதனை ஒரு புறமாகச் சாய்த்திடுக. இந்த நிலையில் அதனை வைத்துக்கொண்டே ஒரு சம்மட்டியினைக்கொண்டு அதனைப் பல தடவைகள் பலமாகஅடித்து அதன் பிறகு ஒரு திசைகாட்டியினைக்கொண்டு அதனை மீண்டும் சோதித்திடுக. ஒரு சட்டத்தைக் கிழக்கு-மேற்குத் திசையில் வைத்துக்கொண்டு ஒரு சம்மட்டியினைக்கொண்டு அதன் முனையைப் பல தடவைகள் அடித்துக் காந்தத்தன்மை அதனினின்றும் அகற்றப்பெறலாம்.

21. விசையின் கோடுகள் :

ஓர் ஒட்டுவரையிலும் வெட்டப்பெற்ற இரண்டு பள்ளங்களையுடைய ஓர் ஒட்டுப் பலகைத் துண்டு காந்தங்களையும் காந்தப் பொருள்களையும் வைத்து அவற்றின் விசைகளின் கோடுகளின் கோலங்களைச் சோதிப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது.



காந்தங்களின்மீது பயன்படுத்தப்பெறும் தாள் முதலில் சூடான மெழுகின் எண்ணெய்ப் பசையில் ஆழ்த்திக் குளிரச் செய்தால் அத்தகைய 'அரத்தூள் படங்களின்' நிரந்தரப் பதிவேடுகள் ஆக்கப்பெறுதல் கூடும். சோதிக்கப்பெறும் காந்தங்களின்மீது அத்தாளை வைத்து, 30 செ. மீ. உயரத்தினின்றும் அதன் மீது அரத் தூள்களைத் தூவி, தாளினைத் தட்டுக.

ஒரு புன்சென் அடுப்பின் நடுத்தரமான சுவாலையைக்கொண்டு மெழுகுப் பசையுள்ள தாளினை வெதுவெதுப்பாக்குவதால் அவ்வாறு அமையப்பெற்ற கோலத்தை நிலைநிறுத்துக.

22. காந்தவிசையின் கோடுகளை நிலப்படமாக்கல் :

பழக்கப்பட்ட மெழுகுத்தாள் முறைக்குப் பதிலாக ஒரு நவீன கறுப்புக் கோட்டுத்தாளைப் பயன்படுத்துவது ஒரு மாற்று முறையாகும். பழைய நீலப் பதிவுத் தாளுக்குப் பதிலாக சிற்பிகளால் கையாளப்பெறும் இத்தாள் பகல் ஒளியில் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

தாளின்மீது காந்தத்தைச் சரியான நிலையில் வைத்துத் தேவையான கோலம் உண்டாவதற்கு அரத் தூளைத் தூவுக.

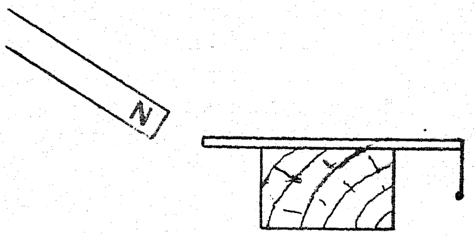
அதனை வெயிலில் அல்லது பிரகாசமான பகல் ஒளியில் 10 நிமிடங்களும், அல்லது ஒரு சிறிய பிறைவடிவ மின் ஒளிக் கம்பியின் ஒளியில் 2 நிமிடங்களும் திறந்து வைத்து, அரத் தூளைக் குலுக்கி ஒரு பஞ்சின்மீது ஓர் உருத் துலக்கியினைக்கொண்டு துடைத்திடுக. இங்ஙனம் ஆக்கப்பெற்ற அச்சுகள் மூல உருவத்தைப் போன்ற படங்களாகும் (Positives). ஒரு நிரந்தரமான பதிவேட்டினை உண்டாக்குவதற்குத் தாளின்மீது மெருகெண்ணெய் (Varnish) பூசப்பெறலாம்.

23. எப்பொருள்கள் காந்த விசைக் கோடுகளை ஊடுருவிச் செல்லச் செய்கின்றன ?:

எவ்வளவுக்கு இயலுமோ அவ்வளவுக்கு அடியிற் குறிப்பிடப்பெறும் பொருள்களைக் கைவசப்படுத்துக ; மரம், கண்ணாடி, தாமிரம், பித்தளை, துத்தநாகம், ஒட்டுப் பலகை, பிளாஸ்டிக், இரும்பு, அலுமினியம் முதலியவை. இப்பொருள்களாலாகிய தகட்டின் ஒரு புறத்தில் சிறிதளவு இரும்பு அரத் தூளை வைத்து அதன் அடிப்புறத்தில் ஒரு வலுவான காந்தத்தை நகர்த்துக. இரும்புத் தூளை உற்றுநோக்கி எப்பொருள்கள் காந்த விசைக்கோடுகளைத் தம்மூலம் கடக்கச் செய்கின்றன என்பதை நீங்கள் கூறலாம்.

24. காந்தத் தூண்டல்:

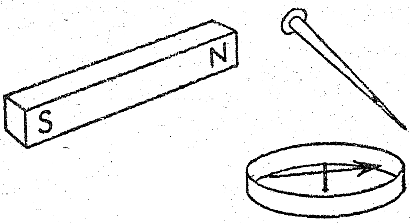
ஒரு கட்டையின்மீது ஒரு மெல்லிரும்புச் சட்டத்தை வைத்திடுக. அது காந்தமாக்கப்பெற்றுள்ளதா என்று சோதித்திடுவதற்கு அதனருகில் ஒரு சிறு தகரப்பட்டையைப் பிடித்திடுக. சட்டத்தின் ஒரு முனையருகில் அந்தப் பட்டை இருக்கும்பொழுது அதன் மறு முனையருகில் ஒரு



வலுவான காந்தத்தைக் கொண்டுவருக. சட்டம் காந்தமாக்கப்பெறுகின்றதா? காந்தத்தை அகற்றி மீண்டும் சோதித்திடுக. சட்டம் இன்னும் காந்தமாக்கப்பெற்றுள்ளதா? ஒரு காந்தத்தின் அருகில் ஒரு பொருளில் உண்டாக்கப்பெறும் காந்தம் 'தூண்டப்பெறும்' காந்தத் தன்மை ('Induced' magnetism) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. இதில் உள்ளடக்கப்பெறும் வினைவு 'காந்தத் தூண்டல்' (Magnetic induction) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது.

25. தூண்டப்பெறும் துருவத்துவத்தைச் சோதித்தல் :

ஒரு திசைகாட்டியைக்கொண்டு ஒரு வலுவான காந்தத்தைச் சோதித்து அதன் வட துருவத்தையும் தென்துருவத்தையும் அடையாளம் செய்திடுக. ஒரு திசைகாட்டியை

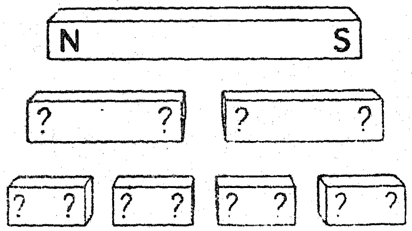


மேசையின்மீது வைத்து அதன் அருகில் ஒரு 15 செ.மீ. நீளமுள்ள ஈட்டியின் கூரிய முனையை அல்லது ஒரு மெல்லிரும்பினை பிடித்துக்கொள்க. அடுத்து, சோதிக்கப்பெற்ற காந்தத்தின் வட துருவத்தை ஈட்டியின் உச்சிமுனையினருகில் அதனைத் தொடாமல் கொண்டு வருக. திசை காட்டியின் அருகிலுள்ள ஈட்டி முனையில் வடதுருவம் அல்லது தென்துருவம் தூண்டப்பெறுகின்றதா ? ஈட்டியின் உச்சி

முனையின் துருவத்துவம் என்னவாக இருக்குமென்று நீங்கள் ஊகிக்கின்றீர்கள்? அதனைச் சோதித்திடுக. அடுத்து, முன்போலவே ஈட்டியைப் பிடித்துக்கொள்க; ஆனால் சோதிக்கப் பெற்ற காந்தத்தின் தென் துருவத்தை ஈட்டியின் உச்சிமுனையருகில் கொண்டுவருக. திசைகாட்டியின் அருகிலுள்ள முனையில் வட துருவம் அல்லது தென்துருவம் தூண்டப்பெறுகின்றதா? ஈட்டியின் உச்சி முனையினருகில் எத் துருவத்துவம் உண்டாகின்றது?

26. காந்தம் உடைந்துவிடும்பொழுது என்ன நேரிடுகின்றது? :

சோதனை - 3இல் கூறப்பெற்றுள்ளதைப் போல சற்றேறக்குறைய 25 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரு கடிகார வில் அல்லது வெட்டுவாள் அலகினைக் காந்தமாக்குக. அக்காந்தம் ஒரு முனையில் வட துருவத்தையும் மற்றொரு முனையில் தென் துருவத்தையும் கொண்டுள்ளதா என்பதை உறுதி செய்து கொள்வதற்காக அதனைச் சோதித்திடுக. ஒரு சுண்ணக் காம்பினால் துருவங்களை N, S என்று அடையாளம் செய்திடுக. காந்தத்தின் நடுவில் திசைகாட்டி ஏதாவது துருவத்துவத்தைக் காட்டுகின்றதா? ஒரு குறட்டினைக்கொண்டு காந்தத்தை ஒவ்வொன்றும் 12·5 செ. மீ. நீளமுள்ளதாக இரு துண்டுகளாக வெட்டுக. இரண்டு காந்தங்களின் ஒவ்வொரு முனையின் துருவத்தையும் சோதித்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? ஒவ்வொரு காந்தத்தின் துருவங்களையும் N, S என்று அடையாளமிடுக. இப்பொழுது இந்த இரண்டு காந்தங்களையும் நான்கு துண்டுகளாக்குக. ஒவ்வொரு முனையையும் சோதித்து N அல்லது S என்று அடையாளமிடுக. உங்களால் எத்தனை தடவைகள் இயலுமோ அத்தனை தடவைகள் காந்தங்களை இரண்டாகப் பிரித்துக்கொண்டே போவீர்களாக. இந்தச் சோதனையால் ஏற்பட்ட வினாவிற்கு ஒரு முடிவினை எழுதுக.



27. அரத் தூள்களினின்றும் காந்தத்தை ஆக்குதல் :

ஒரு சோதனைக் குழல் அல்லது பல் துலக்கும் தூரிகையுடைய ஒரு கண்ணாடிக் குழலினை ஏறக்குறைய அதன் $\frac{2}{3}$ பகுதியை இரும்பு அரத் தூளால் நிரப்பி ஒரு தக்கை அல்லது பஞ்சினாலாகிய முனையினால் அதன் முனையினை அடைத்திடுக. ஒரு வலுவான காந்தத்தின் துருவங்களால் அதனை வருடுக. குழலைக் குலுக்காதீர்கள். அரத் தூளைக்கொண்ட குழலை ஒரு திசைகாட்டியின்அருகில் கொண்டுவருக; அஃது ஒரு திண்ணிய காந்தத்தைப்போலவே வினையாற்றுகின்றது என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். குழலை நன்றாகக் குலுக்கி மீண்டும் அதனைத் திசைகாட்டியின் அருகில் கொண்டுவருக. இத் தடவை அது திசைகாட்டியினைத் தூண்டுவதில்லை. இதனைப்போன்ற சோதனைகளினின்றும் அறிவியலறிஞர்கள் ஒரு காந்தத்திலுள்ள காந்தத் தன்மை சடப்பொருளின் மிகச் சிறிய துகள்களுடன் தொடர்புகொண்டுள்ளது என்று நம்பும்படி தூண்டப்பெறுகின்றனர்; ஒரு வேளை இத்துகள்கள் மூலக் கூறுகள் அல்லது அணுக்களாக இருக்கலாம்.

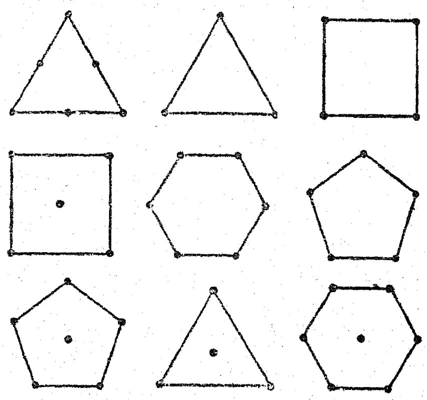
28. மிதக்குங் காந்தங்களை இயற்றுவது எங்ஙனம்? :

பயன்படுத்தப்பெற்ற சவரவாள் அலகுகளை காந்தமாக்குக; விரல்களை வெட்டிக் கொள்ளாமல் கவனமாக இதனைச் செய்திடுக! அலகுகட்கு எண்ணெய்ப் பசை, களிம்பு நெய், அல்லது நல்லெண்ணெயைத் தடவுக. ஒரு சாறுணும் தட்டினை நீரால் நிரப்பி அதன் மேற்பரப்பின்மீது அலகுகளை மிதக்கவிடுக. இப்பொழுது ஓர் உறைப்பான காந்தத்தை (Strong magnet) மிதக்கும் காந்தங்களின் கீழ்க் கொண்டு வருக.

29. மிதக்கும் காந்தங்களால் சில சோதனைகள் :

ஏழு அல்லது எட்டு எஃகு ஊசிகளைக் காந்தமாக்குக; ஊசிகளின் முனைகள் யாவும் ஒரே துருவத்துவத்தையும், காதுகள் யாவும் எதிர்த் துருவத்துவத்தையும் கொண்டிருக்குமாறு இதனை இயற்றுக. சுமார் 1 செ. மீ. நீளமுள்ள ஊசிப்

பகுதி தக்கைக்கு மேலே இருக்குமாறு ஊசிகளைச் சுமார் 13 மி. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள சிறிய தட்டையான தக்கைகளினூடே செலுத்துக. ஒரு கூலத் தட்டு (Cereal dish) அல்லது சாறுணும் தட்டில் சாய்வுள்ள பக்கங்கள்வரை நீரினால் நிரப்புக. நீரில் கூறிய முனை கீழ் இருக்குமாறு காந்தங்களை மிதக்கவிடுக. இப்பொழுது ஒரு வலுவான காந்தத்தின் ஒரு முனையை மிதக்கும் ஊசிகட்குமேல் கொணர்க.



மற்றொரு முனையையும் கொண்டு இங்ஙனம் முயலுக. இத்தகைய மிதக்கும் காந்தங்கள் தட்டில் வெவ்வேறு கோலங்களில் ஒழுங்குபடுத்தப்பெறுதல் கூடும். நீங்கள் முயலுவதற்கு ஒரு சில கோலங்கள் ஈண்டுக் காட்டப்பெறுகின்றன.

30. காந்தத்தினால் அதிர்வடையும் சாதனம் :

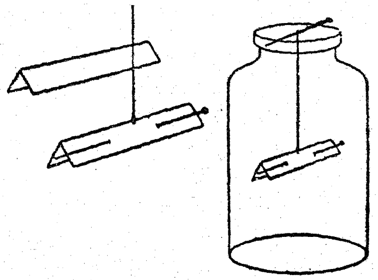
U-வடிவமுள்ள ஒரு காந்தத்தை அதன் பக்கத்தில் நிற்குமாறு அமைத்து அதன் கீழ்த் துருவத்தின்மீது ஓர் ஊசி அல்லது சவரவாள் அலகினை வைத்திடுக. அது செங்குத்தாக நிற்கும். ஒரு பென்சிலால் அதன் தனி முனையை அடித்து அஃது எவ்வளவு நன்றாக அதிர்வடைகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

31. காற்றில் ஊசியை மிதக்கச் செய்தல்:

நூல் கோக்கப்பெற்ற ஓர் ஊசியைப் பயன்படுத்துக. ஊசியை மேசையின்மீது கிடக்கும் காந்தத்தின் ஒரு துருவத்தின்மீது இழுத்திடுக. ஊசி முற்றிலும் காந்தமாகும்வரை அஃது இந்தத் துருவத்தின்மீதே கிடக்கட்டும். இப்பொழுது கவனமாக ஊசியை இந்தத் துருவத்தினின்றும் தளர்த்தி நூலைக்கொண்டு அது மற்றொரு துருவத்தின்மீது வரும் வரையிலும் அதனை உயர்த்துக. கவனமாகச் சூழ்ச்சித் திறனுடன் கையாளப்பெற்றால் ஊசி மற்றொரு துருவத்தின்மேல் காற்றில் மிதக்கும். ஏன் இவ்வாறு நிகழ்கின்றது என்பதை நீங்கள் விளக்கக்கூடுமா?

32. எங்ஙனம் அட்டைத் திசைகாட்டியினை அமைப்பது? :

அகன்ற வாயினையுடைய ஒரு கண்ணாடிச் சாடியினைக் கைவசப்படுத்துக. ஓர் அட்டை அல்லது விறைப்பான தாளை அஃது சாடியினுள் புகுவதற்கேற்பவும் உட்பக்கத்தில் திரும்புவதற்கேற்பவும் இருக்குமாறு மடித்திடுக. அட்டையை விடச் சற்று நீளமாகவுள்ள எஃகாலான ஒரு மூட்டும் ஊசியைக் காந்தமாக்குக. (சோதனை-3 ஐப் பார்க்க.) காந்தமாக்கப்



பெற்ற ஊசியை அட்டையினூடே செலுத்தி அட்டையும் ஊசியும் சமநிலையில் இருக்குமாறு அதனை ஒரு நூலில் தொங்கவிடுக. சரியான சமநிலையை அடைவதற்கு ஊசி உள்ளும் புறமுமாக நகர்த்தப்பெறலாம். சாடியின் வாயின் குறுக்கே வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு தீக்குச்சி அல்லது நீண்ட மரத் துண்டில் நூலின் முனையைக் கட்டிவிடுக.

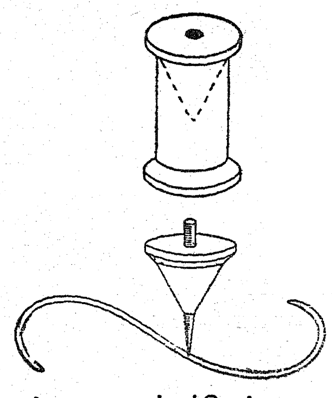
33. காந்த மீன் பிடிக்கும் விளையாட்டு :

பல டெசிமீட்டர் நீளமுள்ள கயிற்றில் ஒரு வலுவான காந்தத்தைக் கட்டுக. அக்கயிற்றினை ஒரு சிறிய மீன் பிடிக்கும் கோல் அல்லது குச்சியுடன் இணைத்திடுக. இரும்பினாலான பல்வேறு வகைச் சிறிய பொருள்களை ஒரு திரைக்குப் பின்னர் மேசையின்மீது பரப்புக. ஆணிகள், திருகாணிகள், போல்ட்டுகள், மரைகள், பெருவிரல் ஆணிகள் முதலியவை பயன்படுத்தப்பெறலாம். இந்தப் பொருள்கள் ஒவ்

வொன்றுக்கும் இத்தனைப் புள்ளிகள் (Points) என்று ஒதுக்குக. எ-டு. ஒரு பெரிய ஆணி-5, ஒரு மரையாணி-4, ஒரு போல்ட்டு-3 என்று இங்ஙனம் இப் புள்ளிகள் அமையலாம். ஆட்டத்தில் பங்குபெறுவோர் ஒவ்வொருவராக ஒரு காந்தத்தைக்கொண்டு திரைக்குமேல் மீன் பிடிப்பதுபோல் இப் பொருள்களை எடுப்பர்; ஒவ்வொருவரும் ஆட்டத்தில் எடுத்த எண்ணிக்கையளவு (Score) அவரவர் காந்தத்தைக்கொண்டு எடுத்த பொருள்களைக்கொண்டு அறுதியிடப் பெறும்.

34. மந்திரக் காந்தப் பம்பரம்:

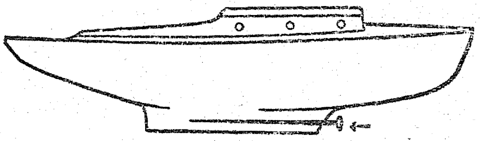
நூல் சுற்றப் பயன்படும் ஒரு மர உருளையினின்று ஒரு சுழலும் பம்பரத்தை அமைத்திடுக. முதலில் உருளை இரண்டாக வெட்டப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு ஒரு துண்டு ஒரு கூம்பைப் போல் கூர்நுனியாக உருவாக்கப்பெறுகின்றது. உருளையின் துளையில் இறுக்கமாகப் பொருத்தக்கூடிய ஓர் ஆணி அல்லது வேறு இரும்புக் கோலினைக் கண்டுபிடித்திடுக. கூம்பினூடே சென்று நன்கு பொருந்தி உச்சிக்கு மேல் 1 செ.மீ. நீட்டிக் கொண்டிருப்பதற்கு ஏற்ப ஒரு நீளப் பகுதியை வெட்டுக. வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் பகுதியை ஒரு சுழலும் முளையாக்குவதற்கு ஒரு மிகக் கூரியதாகவும் ஒழுங்கான உருண்டையாகவும் இருக்குமாறு தேய்த்திடுக.



இங்ஙனம் தயாராக்கப்பெற்ற ஆணியைக் காந்தமாக்கி அதனை மரக் கூம்பினுள் நுழைத்திடுக. ஒரு மெல்லிரும்புக் கம்பியினின்றும் ஒரு பெரிய S-வளைவினை அமைத்திடுக. இதனை ஒரு மழமழப்பான மேற்பரப்பின் மீது வைத்திடுக. இந்த வளைவுகளின் ஒன்றன் அருகில் பம்பரத்தைச் சுழலச் செய்தால் அது கம்பியின் இறுதி வரையிலும் அதனைப் பின்பற்றிச் செல்லும்.

35. காந்தப் படகு:

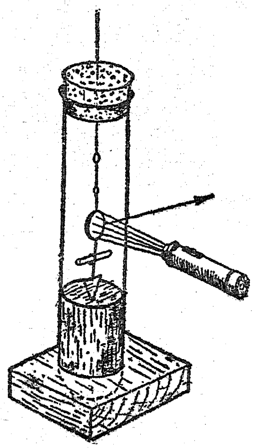
ஏதாவது ஒரு மென் மரத்தினின்றும் ஒரு சிறிய படகினை உருவாக்குக. நீங்கள் விரும்பினால் அதன் மீது பாய்மரத்தையும், பாயையும் அமைத்திடலாம். படகின் உட்புறத்தில்



கப்பல்
அடிப்பாகத்தில் ஆணி

நீளப்போக்கில் அதன் உடற்பகுதியில் ஒரு பள்ளந் தோண்டுக; அல்லது ஒரு சிறிய துளையினை இடுக. ஓர் இரும்பு ஆணியைக் காந்தமாக்கி அதனை இத்துளையில் வைத்திடுக; அல்லது படகின் உட்புறத்தில் செய்யப்பெற்ற பள்ளத்தில் கிடத்துக. உங்கள் கடலுக்கு ஒரு பிளாஸ்டிக் அல்லது அலுமினியத் தட்டினைப் பயன்படுத்துக. மணலினின்றோ அல்லது மரக் கட்டையினின்றோ நீங்கள் ஒரு கடற்கரையையும் உருவாக்குதல் கூடும். கொள்கலனுக்கு அடியில் நீங்கள் நகர்த்தும் ஒரு காந்தத்தினால் உங்கள் படகினை அடக்கி ஆளுக.

36. கூருணர்வுள்ள காந்தமானி:



ஒரு சோதனைக் குழலின் தக்கையினூடே ஒரு தாமிரக் கம்பியைச் செலுத்துக; இது தொங்க

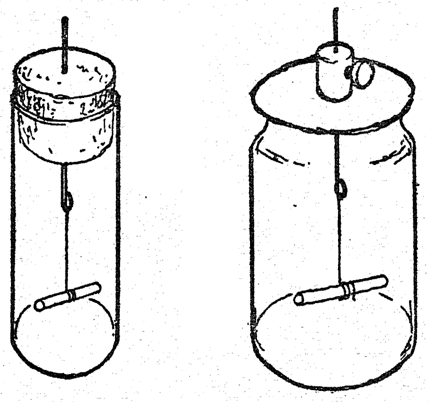
விடுவதற்கு மேல் தாங்கியாகத் துணைபுரிகின்றது. மெல்லிய தாமிரக் கம்பியினின்றும் காந்தத்தைத் தாங்கும் ஓர் உறுப்பினை ஆக்குக. கம்பியின் கீழ்முனையில் ஒரு காற்றுடி இறகினைப் பற்றுசு வைத்துப் பொருத்துக.

ஓர் ஒளிக்கற்றையைத் திருப்பம் செய்வதற்காக ஒரு சிறு ஆடித் துண்டினை காந்தத்தைத் தாங்கும் உறுப்புடன் இணைத்திடுக. ஏறத்தாழ 3 செ.மீ. ஆழத்திற்கு சோதனைக் குழலில் எண்ணெயை ஊற்றுக. தொங்கவிடப்பெற்ற காந்தத்தையும் தாங்கும் உறுப்பினையும் குழலினுள் இறக்கி நனையும் காற்றுடி இறகு எண்ணெயினுள் சற்று முழுகுவதற்கேற்ப மேல் தாங்கியை ஒழுங்குபடுத்துக.

37. அதிர்வு காந்தமானி :

வலுவாகக் காந்தமாக்கப்பெற்ற சிறிய கோபால்ட்டு அல்லது டைகோனல் (Ticonal) காந்தங்கள் இப்பொழுது கிடைக்கின்றன; அவை ஒரு மாதிரிக் குழலுள் பட்டில் தொங்கவிடப்பெற்றால் மிகச் சிறந்த அதிர்வு காந்தமானிகளாகின்றன. இங்கு 'நனைதல்' செயல் இல்லையாதலின், ஊசலாட்டத்தின் அதிர்வுக் காலம் காந்தம் வைக்கப்பெற்றுள்ள காந்தப் புலத்தின் உறைப்பினைக் காட்டும் ஓர் அளவாகின்றது.

ஒரு மரமூடியைக் கொண்ட ஒரு பாதுகாக்கும் சாடியைப் பயன்படுத்தி ஒரு பெரிய மாதிரிக் கருவி எளிதாக அமைக்கப்பெறுகின்றது. ஒரு பித்தளை இணைப்புறுப்பு மேல் தாங்கியின் ஒரு

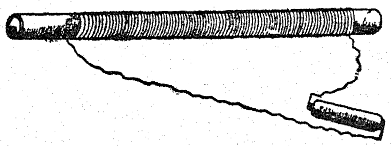


பொருத்தமான இடுக்கியாகப் பயன்படுகின்றது. இக்கருவி பயனில் இல்லாதபொழுது காந்தம் அடிமட்டத்தைத் தொடுமாறு இறக்கப் பெறுதல் கூடும். இந்த முன்னெச்சரிக்கை தொங்குதலின் ஆயுளை அதிகரிக்கச் செய்கின்றது.

குறிப்பு : 'அதிர்வினை நனைதல்' என்பதற்கு அதன் வீச்சினைக் (Amplitude) குறைப்பது என்பது பொருளாகும்.

38. காந்தமாக்கும் சுருளை அமைத்தல் :

நெருக்கமாகத் தாமிரக் கம்பியால் சுற்றப்பெற்ற ஒரு சாதாரணக் கண்ணாடிக் குழல் தையலூசிகளைக் காந்தமாக்கப் பயன்படுகின்றது. தேவையான மின்னோட்டத்தை ஒரு

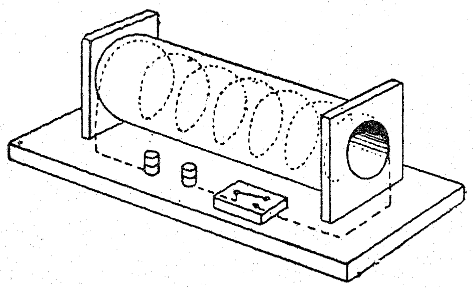


மின்சாரக் கைவிளக்கிலுள்ள மின்கலன்கள் தருகின்றன; தேவைக்குமேல் அதிகமான கால அளவு அவற்றை இணைத்த நிலையில் வைத்திருத்தலாகாது.

39. மின்சாரத்தை அளிக்கும் தலைமை இணைப்புக்கட்குரிய காந்தமாக்கும் சுருளை இயற்றுதல் :

இஃது ஒரு குறுகிய காலத்தில் ஒரு மிக வன்மையான மின்னோட்டம் செலுத்தப்பெறும் ஒரு வரிச்சுற்று (Solenoid) ஆகும். பொறிநுட்பமுள்ள அளவுகள் தறுவாயான (Critical) தன்று; ஆனால் கம்பியின் தடை பயன்படுத்தப்பெறும் மின் அழுத்தத்திற்குப் பொருத்தமானதாக தேர்ந்தெடுக்கப்பெறுதல் வேண்டும். 230-வோல்ட்டுத் தலைமை இணைப்புடன் (Mains) பயன்படுத்துவதைவிட 12-வோல்ட்டுச் சேம கலத்துடன் (Accumulator) பயன்படுத்தும்பொழுது அஃது இயல்பாகவே மிகக் குறைவானதாக இருக்கும். ஒரு 12-வோல்ட்டு கார் மின்சார அடுக்குடன் (Car battery) பயன்படுத்தும்பொழுது கிட்டத்தட்ட 30 செ.மீ. நீளமும் சுமார் 4 செ.மீ. குறுக்கு விட்டமும் உள்ள ஓர் அட்டைக் குழலின்மீது சுற்றப்பெற்ற 22 SWG காப்பிடப்பெற்ற தாமிரக் கம்பியின் 4 அடுக்குகள் பொருத்தமானவை. சுருள் 230-வோல்ட்டு தலைமை இணைப்புடன் பயன்படுத்தப்பெற்றால் அதிகமான பல சுற்றுக்கள்

தேவைப்படுகின்றன. பதினைந்து அடுக்குகள் ஓர் உறைப்பான மின் புலத்தைத் தரும்; இறுதி நான்கு சுற்றுக்கள் இஞமல் செய்யப்பெற்ற 'யுராக்கா' ('Euraka') தடைக் கம்பியா லாகியிருந்தால் இந்த எண் இன்னும் குறைக்கப் பெறுதல் கூடும். மின்னேட்டம் மிகக் குறுகிய காலத்திற்கே தேவைப்படுவதால், மின்சுற்றில் ஓர் 'அமுக்கு' மின்சாரப் பொத்தானைச் சேர்ப் பது ஒரு நல்ல திட்டமாகும்; ஒரு காரைத் தொடக்கும் மின்சாரப் பொத்தான் மிகவும் பொருத்தமானது.



ஈண்டுக் குறிப்பிட்ட அளவுகளுள்ள ஒரு அட்டைக் குழலினைப் பெறுக. ஒரு துளையுடன் கூடிய இரண்டு கோடித் தாங்கிகளை அமைத் திடுக; இத்துளையுடன் குழல் இணைக்கப்பெறு கின்றது. ஒரு கடைசல் பிடிக்கும் பொறி (Lathe) அல்லது கையினல் துளையிடும் பொறியினைப் பயன்படுத்திக் கம்பியைச் சுற்றுதல் விரும்பத் தக்கது. மர அடித்தளத்தினூடேயும் கோடித் தாங்கிகளினுள்ளேயும் கம்பி செல்லும் திரு காணிகளுடன் கூடிய ஒரு வரிச்சுற்றினைக் (Solenoid) கைவசப் படுத்துக. கம்பியின் முனைகளை இரண்டு காப்பிடப்பெற்ற மின் கோடிகளுடன் ஒரு மின்சாரப் பொத்தானுடன் (Switch) தொடர் அடுக்கு இணைப்பில் (In series) இணைத்திடுக. மின்னேட்ட மூலத் துடன் இணைத்து, காந்தமாக்கப்பெறவேண் டிய பொருளைச் சுருளினுடன் இருக்குமாறு பிடித்துக்கொள்க; நேர் மின்னேட்டம் பயன் படுத்தப்பெற்றல் கணநேரமே நிலைத்து நிற்குமாறு மின்சாரப் பொத்தானை அழுத்துக. உண்டாக்கப்பெறும் துருவத்துவம் சுருளின் துருவத்துவத்தைப் போன்றே அமையும். மாறு மின்னேட்டத்தைக்கொண்டு பின்னர் துருவத்துவம் கண்டறியப்பெறுதல் வேண்டும்; காந்தம் ஆக்கலின் உறைப்பு மின்னேட்டம் திருப்பிவிடப்பெற்ற சரியான கண நேரத்தைப் பொறுத்துள்ளது. ஆதலின் ஒன்றுக்கு மேற் பட்ட முயற்சியினை மேற்கொள்வது இன்றி யமையாததாகலாம்.

மாறு மின்னேட்டத்தைக்கொண்டு காந்த வலிவகற்றுவதற்கு இச்சுருள் பயன்படுத்தப் பெறுதல் கூடும். இதற்குச் செய்முறை (Procedure) பின்வருமாறு: சுருளின் உட்புறத்தில் காந்தத்தை வைத்து மின்னேட்டத்தைத் திருப்பி விடுக; மின்னேட்டம் பாய்ந்து கொண் டிருக்கும்பொழுது, அது பாய்வதை நிறுத்து வதற்கு முன்னர் அச்சின் நெடுக சுமார் 2 கெஜ தூரத்திற்கு காந்தத்தைப் பின்னிழுத்திடுக; கைக் கடிகாரம் இயற்றுவோர் இன்னும் மிகச் சிறிய சுருளைப் பயன்படுத்தியபோதிலும், ஒரு கைக் கடிகாரத்தை மின்வலியகற்றுவதற்கு இத் தகைய சுற்றினைப் பயன்படுத்துவது முற்றிலும் பாதுகாப்பானதாகும்.

இயல் 15

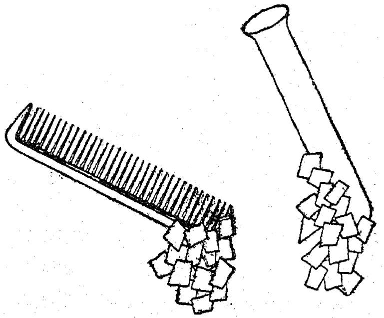
மின்சாரப் படிப்புபற்றிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

A. நிலை மின்சாரம்

காற்று உலர்ந்த நிலையிலிருக்கும்பொழுது இச் சோதனைகள் யாவும் மிகவும் நன்கு செயற்படுகின்றன.

1. பொருள்களைச் சேர்த்துத் தேய்த்தலால் மின் சாரம் அடையப் பெறுதல் கூடும் :

ஒரு தக்கையை ஓர் அரத்தால் அராவி மிக நுண்ணிய துகள்களாலான ஒரு குவியலை உண்டாக்குக. ஒரு மெல்லிய தாளினைச் சிறு சிறு துண்டுகளாக வெட்டுக. ஒரு பிளாஸ்டிக் சீப்பு, ஒரு பிளாஸ்டிக் பென்சில், ஒரு பிளாஸ்டிக் ஊற்றுப் பேனா, ஓர் அரக்குக் கோல், ஓர் இரப்பர்ப் பலூன், ஒரு கண்ணாடி அல்லது பீங்கான் (China) தட்டு, வேறு ஏதாவது நீங்கள் காணும் உலோகமல்லாத பொருள்கள் – இவற்றினைப்



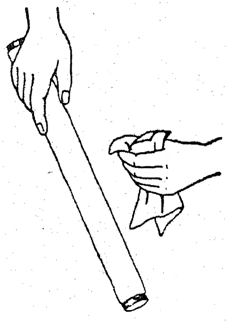
பெறுக. இந்த ஒவ்வொரு பொருளையும் உங்களுடைய மயிரால் அல்லது கம்பளத்தால் வேகமாகத் தேய்த்து அதன் பிறகு அதனை தக்கைத் துகள்களருகில் கொண்டு வருக. மீண்டும் அவற்றைத் தேய்த்து மெல்லிய தாள் குவியலருகில் கொண்டு வருக. என்ன நேரிடுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. ஒவ்வொரு பொருளையும் முறையாகப் பட்டுத் துணியால் தேய்த்து இச்சோதனையை திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. அங்ஙனமே, மென் கம்பளத்தைப் (Flannel) பயன்படுத்திச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக.

2. நிலை மின்சாரம் எங்கு உள்ளது ?

ஊதி உப்பச் செய்யப்பெற்ற பலூன் ஒன்றினை உங்கள் தலை மயிரில் தேய்த்து அதன் பிறகு அதனை ஒரு மெல்லிய தாள் அல்லது தக்கைத் துகள்களருகில் கொண்டு வருக. ஒரு சீப்பினையும் ஒரு பிளாஸ்டிக் வரைகோலையும் (Ruler) பயன்படுத்தி இதையே திரும்பவும் செய்திடுக. உங்கள் ஊற்றுப் பேனாவை உங்கள் மேல் அங்கியின் கையில் (Sleeve) தேய்த்து அது நிலை மின்னூட்டத்தைப் (Static charge) பெற்றுள்ளதா என்று சோதித்திடுக. சுமார் 5 செ.மீ. அகலமும் 30 செ.மீ. நீளமும் உள்ள இரண்டு செய்தித் தாள் துண்டுகளைச் சேர்த்துப் பிடித்துக் கொள்க. உங்களுடைய மற்றொரு கையின் பெரு விரலாலும் மற்றொரு விரலாலும் அவற்றை நீளப் போக்கில் வருடுக. என்ன நேரிடுகின்றது ? எங்கும் நிலைமின்சாரம் உள்ளது என்பதைக் காட்டும் வேறு சோதனைகளையும் புதிதாக ஏற்பாடு செய்ய முயலுக.

3. நிலை மின்சாரத்தினின்றும் ஒளி:

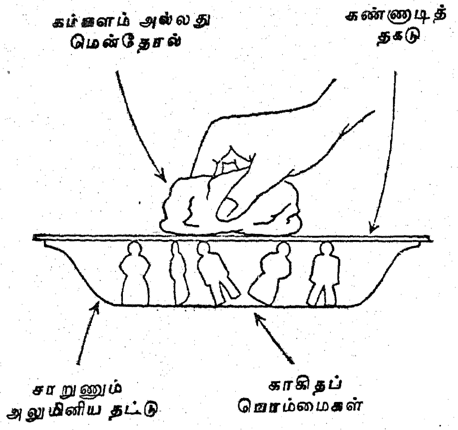
ஓர் ஒளிரும் ஒளி விளக்குக் குழலைக் (Fluorescent light bulb) கைவசப் படுத்துக. ஓர்



இருட்டான அறையில் அதனை ஒரு கம்பளம் அல்லது மென் கம்பளத்தைக் கொண்டு தேய்த்திடுக. நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள் ?

4. நிலை மின்சாரத்தினால் நடனமாடும் உருவங்கள் :

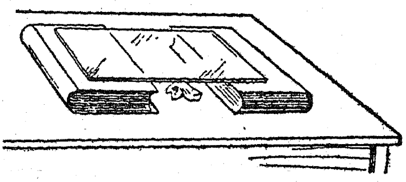
சுமார் 2·5 செ.மீ. ஆழமுள்ள ஓர் அலுமினியச் சாறுணும் தட்டையும் அதனை மூடுவதற்கேற்ற ஒரு கண்ணாடித் தகட்டையும் கைவசப் படுத்துக. ஓவியத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இழைநார்க் காகிதத்தினின்றும் சில சிறிய பொம்மை உருவங்களை வெட்டுக. குத்துச்



சண்டை செய்கின்றவர்களைப்போல் வேறு சில உருவங்களையும் நீங்கள் வெட்டலாம். உருவங்கள் தட்டின் ஆழத்தை விடச் சற்று சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும். தட்டின் அடி மட்டத்தில் உருவங்களை வைத்துத் தட்டினைக் கண்ணாடித் தகட்டினால் மூடுக. கண்ணாடியின் மேற்பரப்பின் உச்சியை ஒரு கம்பளம் அல்லது மென்தோலைக் கொண்டு தேய்த்து உருவங்களின் நடனத்தைக் கண்டு களித்திடுக.

5. தாளினைக் குதிக்கச் செய்வதெங்ஙனம்? :

இரண்டு புத்தகங்களின்மீது தங்கியுள்ள ஒரு கண்ணாடித் தகட்டின் அடியில் சில காகிதத் துண்டுகளை வைத்திடுக. கண்ணாடியை ஒரு

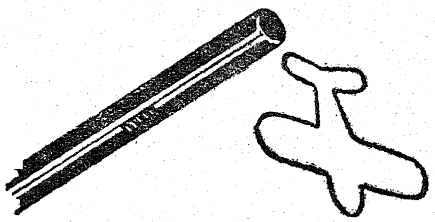


பட்டு அல்லது மென் கம்பளத்தைக்கொண்டு தேய்த்திடுக. காகிதத் துண்டுகள் மனமகிழச் செய்யும் முறையில் தாண்டிக் குதிக்கத் தொடங்குகின்றன.

மின்னூட்டம் பெற்ற கண்ணாடித் தகட்டினால் அவற்றின்மீது தூண்டப்பெறும் மின்னூட்டமே அவை கவரப்பெறுவதற்கு காரணமாகின்றது. அவை தம்முடைய மின்னூட்டத்தை விட்டு விட்டதும் அவை திரும்பவும் கீழே விழுந்து விடுகின்றன. தாள் தவளை வடிவத்திலும் வெட்டப்பெறலாம்.

6. ஒரு மின்சார நிலையில் வான ஊர்தி :

இலேசான மெல்லிய அலுமினியத் தகட்டினை ஒரு சிறிய வானவூர்தி வடிவத்தில் வெட்டுக. ஒரு மின்னூட்டம் பெற்ற கெட்டியாக்கிய இரப்பர் (Ebonite) அல்லது பிளாஸ்டிக்காலான கோலொன்றினை அதனருகில் கொண்டுவருக.

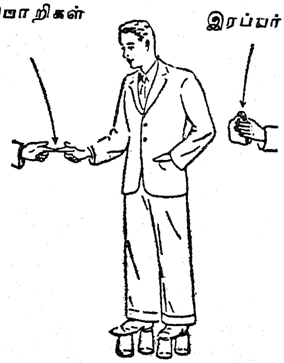


அது கோலினை நோக்கித் தாண்டிக் குதித்துக் கோல் பெற்றுள்ள அதே வகை மின்னூட்டத்தையே பெறுகின்றது; அதன் பிறகு மீண்டும் அதனை விட்டு அப்பால் தாண்டிக் குதிக்கின்றது. நாம் விரும்பும் வரையில் அதனைக் காற்றிலேயே இருக்குமாறு வைத்திருக்கலாம்; அதன் பறக்கும் திசை வெறுத்தொதுக்கலால் (Repulsion) வழிகாட்டப்பெறுதல் கூடும்.

7. தேய்த்தலினின்றும் தீப்பொறிகள் :

நான்கு நீர் பருக உதவும் கண்ணாடிப் பாத்திரங்களைப் பெற்று அவற்றை அணித்தாகச் சேர்ந்திருக்குமாறு கவிழ்ந்த நிலையில் தரையின் மீது அமைத்திடுக. அவை ஒரு நீர்க்குழல் போன்ற ஏதாவது ஓர் உலோகத்தாலாகிய பொருளின் அருகில் இருக்கவேண்டும். கண்ணாடிப் பாத்திரங்களின்மீது யாரையாவது ஒருவரை நிற்கவைத்திடுக. அவருடைய ஆடையை ஒருமென் மயிருடன்கூடிய மெல்லிய தோலினைக் கொண்டோ அல்லது மிதி வண்டிச் சக்கர உட்குழல் அல்லது ஒரு வெந்நீர்ப் புட்டி போன்ற மடித்த நிலையிலுள்ள ஓர் இரப்பரைக் கொண்டோ ஒரு நிமிட நேரம் துடைத்திடுக.

அவருடைய விரலை அண்மையில் தரையில் நின்றுகொண்டிருக்கும் மற்றொருவர் விரலை நோக்கி ஒட்டுமாறு செய்க. இதனைத் திரும்



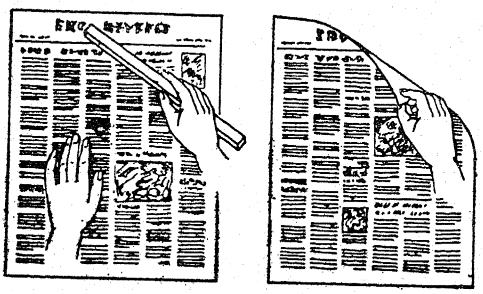
பத் திரும்பச் செய்து பார்ப்பதுடன் அவருடைய விரலை நீர்க் குழலருகில் கொண்டுவரச் செய்க. முடிவுகளை உற்றுநோக்குக.

8. பலூன் வைத்த இடத்திலேயே இருத்தல் :

ஒரு விளையாட்டுப் பலூனை ஊதி உப்பச் செய்து அதனை ஒரு மென் மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோலினால் வேகமாகத் துடைத்திடுக. அதனை ஒரு சுவரில் வைத்து அது நீங்கள் வைத்த இடத்திலேயே இருப்பதை உற்று நோக்குக. பலூனை உங்கள் தலைமயிரில் தேய்த்து, இச்சோதனையைத் திரும்பச் செய்திடுக. மீண்டும் பலூனை ஒரு மேலங்கியின் (Coat) கையில் தேய்த்து இச்சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக.

9. செய்தித் தாள் சுவரின்மீது படிகின்றது :

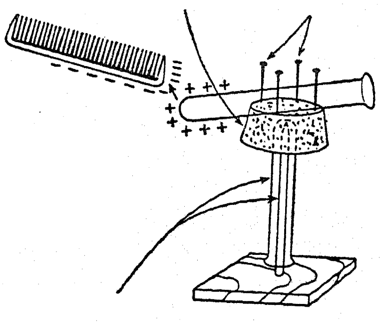
ஒரு செய்தித் தாளின் ஓர் இதழை விரித்து அதனை மெதுவாக ஒரு சுவரின்மீது அமுக்குக.



ஒரு பென்சிலைக்கொண்டு அதன் மேற்பரப்பு முழுவதையும் பல தடவைகள் வருடுக. அத்தாளின் ஒரு மூலையைப் பிடித்திழுத்து அதன் பிறகு அதனை விட்டுவிடுக. அஃது எங்ஙனம் திரும்பவும் சுவருக்குக் கவரப்பெறுகின்றது என்பதைக் கவனித்திடுக. காற்று மிகவும் உலர்ந்த நிலையிலிருப்பின், நிலை மின்னூட்டங்களின் படபடவென்று வெடிக்கும் ஒலிகளை நீங்கள் கேட்கக்கூடும்.

10. நிலை மின்னூட்டங்கள் இரண்டு வகை :

ஒரு மரத்தாலாகிய அடித்தளத்தின்மீது ஒரு நீளமான ஆணியை அடித்து ஒரு சுழலும் மேசையை (Turn table) அமைத்திடுக. ஒரு பெரிய தட்டையான தக்கையில் செய்யப்பெற்ற ஒரு துளையில் ஒரு சோதனைக் குழலைச் செலுத்துக. ஆணியின் முனையை அரத்தால் அராவிக் கூரிய முனையாக்கி அதன்மீது அச்சோதனைக் குழலைக் கவிழ்த்திடுக. தக்கையின் உச்சிப் பரப்பில் குண்டூசிகளை அமைத்திடுக; நீங்கள் சுழலும் மேசையின்மீது வைத்திடும் பொருள்களை அவைகள் இறுகப் பிணைக்கும். இரண்டு சோதனைக் குழல்கள் அல்லது மற்றக் கண்ணாடிக் கோல்கள், பட்டாலாகிய பின்னல் காலுறைபோன்ற பட்டுத்துண்டு, இரண்டு பிளாஸ்டிக் சீப்புகள், மென்மயிருடன்கூடிய ஒரு மெல்லிய தோல் அல்லது மென்கம்பளம் இவற்றினைக் கைவசப்படுத்துக. பட்டினால் ஒரு கண்ணாடிக் கோலினைத் தேய்த்து அதனைச்

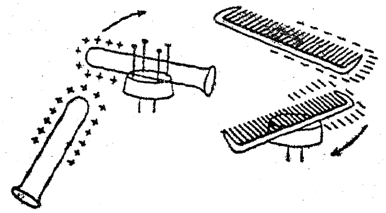


சோதனைக் குழலும் ஆணியும்

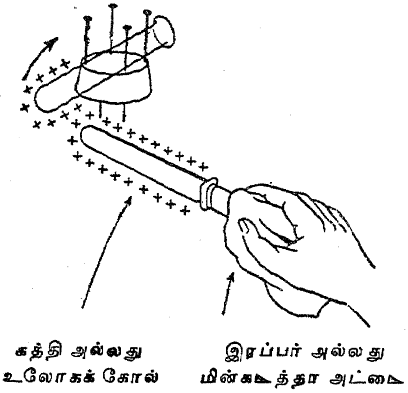
சுழலும் மேசையின்மீது அமைத்திடுக. மற்றொரு கண்ணாடிக் கோலினையும் பட்டினால் தேய்த்து அதனைச் சுழலும் மேசையின்

மீதுள்ள கோலின் அருகில் கொண்டு வருக. நீங்கள் முடிவுகளை உறுதியாகக் காணும்வரையில் இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

மீண்டும் கண்ணாடிக் கோலினைப் பட்டினால் தேய்த்து அதனைச் சுழலும் மேசையின்மீது வைத்திடுக. இப்பொழுது பிளாஸ்டிக் சீப்பினை மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோலினால் தேய்த்து அதனைச் சுழலும் மேசையின் மீதுள்ள கண்ணாடிக் கோலினருகில் கொண்டு வருக. நீங்கள் முடிவுகளை உறுதியாக அடையும்வரையிலும் இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.



சீப்பினை மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோலினால் தேய்த்து அதனைச் சுழலும் மேசையின்மீது அமைத்திடுக. மற்றொரு சீப்பினையும் அத்தோலினால் தேய்த்து அதனைச் சுழலும் மேசையினருகிலுள்ள சீப்பின் அருகில் கொண்டு வருக. உங்களது உற்றுநோக்கல்கள் சரியானவைதாம் என்று நீங்கள் உறுதி செய்து கொள்ளும்வரையிலும் இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.



மீண்டும் சீப்பினை மென் மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோலினால் தேய்த்து அதனைச் சுழலும் மேசையின்மீது வைத்திடுக. கண்ணாடிக் கோலினைப் பட்டினால் தேய்த்து அதனை அதன் பக்கத்தில் கொண்டு வருக. உங்கள் உற்று நோக்கல்கள் உறுதிப்படும்வரை சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

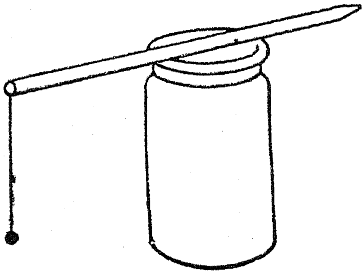
மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோலினால் பிளாஸ்டிக் தேய்க்கப்பெறும்பொழுது அந்தப் பிளாஸ்டிக் மின்சாரத்தின் எதிர் மின்னோட்டத்தை அடைகின்றது; அங்ஙனமே மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோல் நேர் மின்னூட்டத்தைப் பெறுகின்றது. பட்டினால் தேய்க்கப்பெறும்பொழுது, கண்ணாடி நேர் மின்னூட்டத்தையும், பட்டு எதிர் மின்னூட்டத்தையும் அடைகின்றன. ஒத்த நிலை மின்னூட்டங்கள் ஒன்றையொன்று விலக்கும் என்றும், மாறுபட்ட மின்னூட்டங்கள் ஒன்றையொன்று கவரும் என்றும் உங்கள் சோதனை காட்டியுள்ளது. இது மின்சாரத்தின் அடிப்படை விதியாகும்.

11. நிலை மின்னூட்டங்களுக்குரிய நெட்டிப் பந்து (Pith ball) குறிகாட்டியினை எங்ஙனம் அமைப்பது? :

ஒரு தாவரத் தண்டின் (Stem) உட்புறத்தினின்றும் சிறிது நெட்டியினைக் (Pith) கைவசப்படுத்துக. நெட்டியினை மிக நன்றாக உலர்த்தி அதன் பிறகு அதனை இறுக்கமாக அழுத்திச் சுமார் 5 மி.மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள சிறிய பந்துக்களாகச் செய்திடுக. இந்த நெட்டிப் பந்துக்களின்மீது அலுமினியம் அல்லது பொன் வண்ணப் பூச்சினைத் தீட்டுக. கிட்டத்தட்ட 15 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரு பட்டுக் கயிற்றுடன் ஒவ்வொரு பந்தினையும் இணைத்திடுக. நெட்டிப் பந்திற்கு ஒரு மரத் தாங்கியை இயற்றுக. பட்டு, மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோல், அல்லது மென் கம்பளம் இவற்றால் தேய்க்கப்பெற்ற பொருள்களை நெட்டிப் பந்தினருகில் கொண்டு வந்து அஃது எங்ஙனம் நடந்து கொள்ளுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. முதலில் அது கவரப் பெறுவதையும் அதன் பிறகு அது விலக்கப்பெறுவதையும் கவனித்திடுக. இத்தகைய நெட்டிப் பந்து ஏற்பாடு நிலை மின்காட்டி (Electroscope) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது.

12. மெல்லிய உலோகத் தகட்டுப் பந்து நிலை மின்காட்டி :

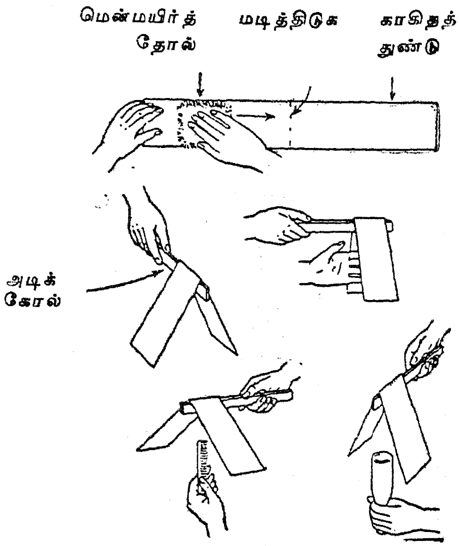
ஒரு சிறு சுருட்டுப் பொட்டணத்தினின்றும் கிட்டத்தட்ட 6×6 செ. மீ. (6 cm. சதுர அளவுள்ள) மெல்லிய உலோகத்தகட்டினைக் கிட்டத்தட்ட 6 மி.மீ. குறுக்குவிட்டமுள்ள ஒரு பந்தாக உருட்டுக. அதனை ஒரு பசையினைப் பயன்படுத்தி கிட்டத்தட்ட 7·5 செ. மீ. நீளமுள்ள பட்டு அல்லது நைலான் கயிற்றுடன் இணைத்திடுக. கயிற்றின் தனியாகவுள்ள முனையினை ஒரு பந்துப் பேனு (Ball pen) அல்லது வேறு காப்புடன் (Insulator) இறுகப் பிணைத்து அந்தப் பேனுவை அது தெளிவாகப் பக்கத்தில் தொங்குமாறு ஓர் இன்பழ ஊறல் சாடி வாயின் குறுக்கே தங்கும்படி செய்க. மின்



னூட்டம் பெற்ற ஏதாவது ஒரு பொருளை அதன் அருகில் கொணர்க; அது முதலில் கவரப்பெற்று, பிறகு தாண்டிக் குதிக்க வேண்டும். இப்பொழுது மற்றொரு பிளாஸ்டிக் பேனுவை ஒரு மரச் சத்தாலான தந்தம்போன்ற செயற்கைப் பொருளான (Celluloid) மூலை மட்டம் (Set Square) அல்லது பாகைமானி (Protractor) யின்மீது தேய்த்திடுக. அந்தப் பேனுவைப் பந்தினருகில் பிடித்துக் கொள்க; அது மின்னூட்டத்தை எடுத்துக்கொள்ளட்டும். இப்பொழுது மின்னூட்டம் பெற்ற பந்தினருகில் பாகைமானியைக் கொணர்க. தேய்த்தலால் உண்டாக்கப்பெறும் இருவகை மின்னூட்டங்களைப்பற்றி இஃது என்ன உணர்த்துகின்றது?

13. செய்தித் தாளினின்றும் ஒரு நிலைமின் காட்டியை அமைப்பது எங்ஙனம்? :

60 செ.மீ. நீளமும் 10 செ.மீ. அகலமும் உள்ள ஒரு செய்தித் தாள் துண்டினை வெட்டுக. அதனை நடுவில் மடித்து அடையாளம் செய்து விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு வரைகோலின்மீது தொங்க விடுக. அதனை மேசையின்மீது வைத்துப் பிடித்துக்கொண்டு ஒரு மென்மயிருடன்கூடிய மெல்லிய தோல் அல்லது மென் கம்பளத்தினைக் கொண்டு அதனைப் பல தடவைகள் வருடுக.



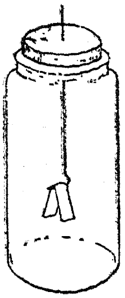
அதனை மேசையினின்றும் வரைகோலுடன் உயர்த்தி அஃது எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. ஒரு சீப்பு அல்லது வேறு பிளாஸ்டிக் பொருளை மென் மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோல் அல்லது மென் கம்பளத்தால் தேய்த்து அதனை நீட்டப் பெற்றுள்ள செய்தித் தாள் இதழ்களுக்கிடையில் கொண்டு வருக. நீங்கள் முடிவுகளை உறுதியாக அடையும்வரை இதனைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. இப்பொழுது ஒரு கண்ணாடிப் புட்டியினை ஒரு பட்டினுல் தேய்த்து அதனை நீட்டப்பெற்றுள்ள செய்தித் தாள் இதழ்களுக்கிடையில் கொணர்க. முடிவுகளை உற்றுநோக்குக; அவை சரியானவை என்று நீங்கள் உறுதி செய்யும்வரை இதனைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. இந்தச் சோதனை எதனைக் காட்டுகின்றது ?

14. உலோக இதழ் நிலை மின் காட்டியை அமைப்பது எப்படி ?:

மின்சாரத்தின் மின்னூட்டங்களைக் கண்டறியும் ஒரு பொறியமைப்பினை இயற்றுவதற்கு ஓர்

இன்பழ ஊறல் சாடி, சிறிது கம்பி, இலேசான மெல்லிய உலோகத் தகடு அல்லது தாள் தேவைப்படுகின்றன.

மின்னூட்டம் வெளிப்போவதினின்றும் தடுப்பதற்கு ஒரு மெழுகு தடவப்பெற்ற தக்கை இன்றியமையாதது, அதன் வழியாக L-வடிவமுள்ள ஒரு பித்தளை அல்லது தாமிரக் கம்பியினை அதனுள் செலுத்தி அதனைக் கீழ்முனையிலிருந்து ஓர் இழைநார்க் காகிதத் துண்டு அல்



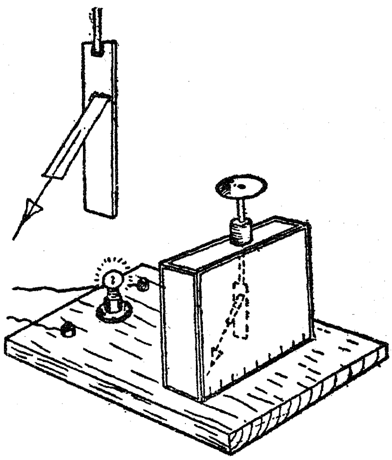
லது மெல்லிய அலுமினியத் தகட்டுத் துண்டினைத் தொங்க விடுக.

ஒரு மின்னூட்டம் பெற்ற பொருள் கோலினருகில் கொணரப்பெற்றால் காகிதத்தின் இதழ்கள் அதே வகை மின்னூட்டத்தைப் பெற்றிருப்பதால் அவை தனித்தனியாகப் பறந்து செல்லுகின்றன.

காப்பிடும் மெழுகு (இயல்-18, இனம்-21ஐக் காண்க) அல்லது பெர்ஸ்பெக்ஸ் (Perspex) மிகச் சிறந்த காப்பிடு பொருள்களாகப் பயன்படுகின்றன; ஆகவே, அவை மெழுகு தடவப்பெற்ற தக்கையைவிட மிகவும் திருப்தியளிக்கக் கூடியவை.

15. நிழல் நிலை மின் காட்டியை எங்ஙனம் இயற்றுவது ? :

ஒரு சுண்ணக் காம்பு அல்லது சுருட்டுப் பெட்டியைக்கொண்டு மிகவும் பயன்படத்தக்க ஓர் ஆய்கருவி இயற்றப்பெறலாம். பெட்டியின் மூடியும் அடிமட்டப் பகுதியும் அகற்றப்பெற்று அதன் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு தெளிவான கண்ணாடியும் அதன் மறு புறத்தில் ஒரு நார்த் துணி (Linen) அல்லது தாளும் (விளக்கப் படத்தின் முன்புறம்) வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். தகர மூலத்தகடுகளால் கண்ணாடி சரியான நிலையில் வைக்கப்பெறலாம்; காகிதம் பசையினால் ஒட்டப்பெறலாம். இப்பொழுது இந்த ஆய்கருவியின் உச்சிப் பகுதியில் இடப்பெற்ற துளையில் தன்னுடைய அச்சில் ஒரு பித்தளைக் கோலைக் கொண்ட ஒரு மெழுகுவத்தி, கெட்டியாக்கிய



இரப்பர் (Ebonite) அல்லது அம்பர் காப்பிடு பொருள் (Insulator) பொருந்த வேண்டும். பித்தளைக் கோலின் உச்சியில் ஒரு வட்டமான உலோகத் தகடு நிலை மின்காட்டியின் தலைப் பகுதியாகக் கொண்டுள்ளது; அக்கோலின் மற்றொரு முனையுடன் ஒரு தகரத் தகடு பற்றுசு வைத்து இணைக்கப்பெற்றுள்ளது. பொன் அல்லது அலுமினிய இதழ் இத்தகரத்தின் மேற்பகுதியில் இணைக்கப்பெற்றுள்ளது; ஆனால் அந்த இழை மிகக் குட்டையாக உள்ளது. ஒரு சுவாலையில் எளிதாகச் செய்யப்பெற்ற ஒரு மெல்லிய கண்ணாடிக் கயிற்று இழையுடன் பசையைக்கொண்டு ஒட்டப்பெற்றுள்ளது. அதன் கீழ்முனையில் அஃது ஒரு அம்பினைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு மின்குமிழ் ஆய்கருவியின் கண்ணாடியுள்ள பக்கம் ஒளியினைத் தந்து இதழ், குறிமுள் இவற்றின் நிழலைத் திரையின்மீது விழச்செய்கின்றது. வழக்கமாகவுள்ள பிம்பம் வீழ்த்தும் நிலை மின்காட்டியைவிட இந்த ஏற்பாட்டிலுள்ள நன்மையாதெனில் இதழின் தலைகீழ்த் திருப்பம் இதில் இல்லை. இதழின் இயக்கமும் அதன் நிலையும் ஒரு பெரிய வகுப்பு மாணுக்கர்களனைவராலும் பார்க்கப் பெறுதல் கூடும். மேலும், அந்தத் தாளின் மீது வோல்ட்டுக்களில் அளவு திருத்தப்பெற்ற ஓர் அளவு கோலை வைப்பதும் இயலுவதாகின்றது.

16. முத்தமிடும் பலூனுடன் வேடிக்கை:

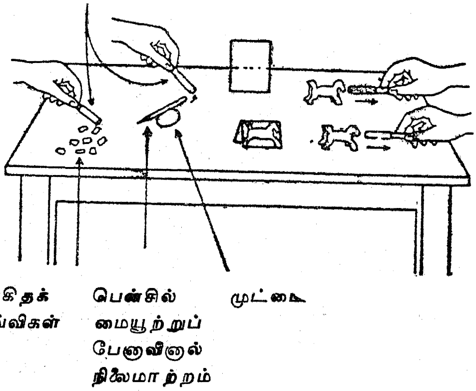
ஒரு விளையாட்டுப் பலூனை ஊதி உப்பச் செய்து அதனைக் கிட்டதட்ட ஒரு மீட்டர் நீள முள்ள ஒரு கயிற்றில் கட்டுக. மையினைக் கொண்டு அதன்மீது முகங்களை நீங்கள் வரையலாம். மையில் தோய்த்த மென்கோலைப் பயன்படுத்துக. இப்பொழுது மற்ருெருவர் மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோல் அல்லது மென் கம்பளத்தால் முகத்தை வருடும் பொழுது கயிற்றினைப் பிடித்துக் கொள்க. பலூன் பறக்கட்டும்; அது சுற்றிலுமுள்ள ஒவ்வொரு பொருளையும் தொடுவதைக் கவனித்திடுக.

17. பலூனுடன் மேலும் அதிக வேடிக்கை:

மேல் சோதனையிலுள்ளதைப் போலவே இரண்டு பலூன்களைப் பொருத்துக. அவற்றின் முகங்களை மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோலினுல் தேய்த்திடுக. இரண்டு கயிறுகளையும் சேர்த்துப் பிடித்துக்கொண்டு அவை எங்ஙனம் ஒன்றையொன்று விலக்குகின்றன என்பதை உற்றுநோக்குக. அவைகளுக்கிடையில் உங்கள் கையை வைத்து என்ன நிகழ்கின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக. பலூன்களில் ஒன்றினை உங்கள் முகத்தினருகில் கொண்டு வருக. மூன்று பலூன்களைப் பயன்படுத்தி இச்சோதனையைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

18. நிலை மின்சாரக் குதிரையோட்டப் பந்தயம்:

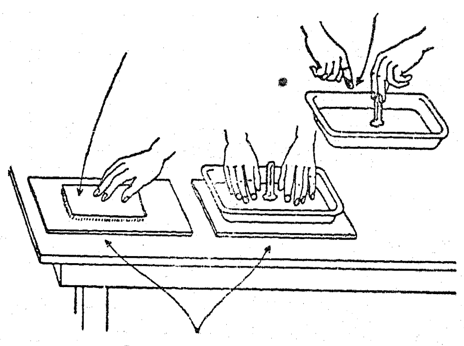
மடக்கப்பெற்ற ஒரு காகிதத்தினின்றும்



சிறிய குதிரைகளை வெட்டுக; இக்குதிரைகள் மேசை மேல் நிற்கும். ஓர் உறுதியான பிளாஸ்டிக் சீப்பு அல்லது மையூற்றுப் பேனுவினை மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோலினுல் தேய்த்து நீங்கள் அக்காகிதக் குதிரைகளை மேசையின் நெடுக இழுக்கக்கூடும் என்பதைக் கவனித்திடுக. பல குதிரைகளைக் கொண்டு நீங்கள் ஒரு குதிரையோட்டப் பந்தயத்தையே நடத்தலாம்.

19. நிலை மின்சாரத்தினின்றும் எங்ஙனம் பல தீப்பொறிகளை அடைவது? :

கிட்டத்தட்ட 24 செ.மீ. சதுரத்தில் ஓர் அலுமினியத் துண்டினைப் பெறுக. ஓர் அலுமினியப் பணியாரக் கலன் இதற்குப் போதுமானது. ஒரு சுவாலையின்மீது அந்த உலோகத்தை ஒரே சமனுகச் சூடாக்குக. ஒரு முத்திரை அரக்குக் கோல் அல்லது மெழுகுவத்தியினுல் அது நன்ருக உருகி திண் பொருளாக ஒட்டிக் கொண்டு ஒரு கைப்பிடிபோலாகும்வரையில் அந்த அலுமினியக் கலத்தின் மையத்தைத் தொடுக. நீங்கள் நிரந்தரமான கைப்பிடியை விரும்பினுல் அலுமினியத்தின் வழியாக ஒரு துளையிட்டு அதில் ஒரு பிளாஸ்டிக் அல்லது மரக் கைப்பிடியை வைத்துத் திருகி விடுக. ஒரு



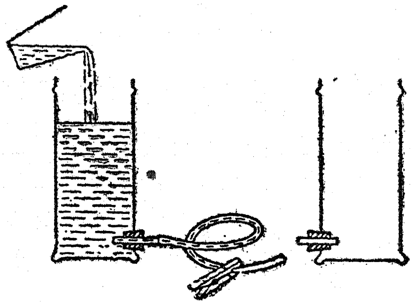
தானியங்கியின் குழாய்ப் பட்டையின் (Tyre) ஒரு பழைய உட்புறக் குழலைப் பிரித்து எடுத்து அதனை மேசையின்மீது வைத்திடுக. ஒரு மென்மயிருடன் கூடிய மெல்லிய தோல் அல்லது மென் கம்பளத்தைக்கொண்டு இரப்பரின் மேற்பரப்பினை ஓர் அரை நிமிட நேரம் வருடுக. இப்பொழுது அலுமினியக் கலத்தை அந்த இரப்பரின்மீது வைத்து உங்கள் விரல்களைக்

கொண்டு பலமாக அழுத்துக. விரல்களை அகற்றி உலோகத்தைக் கைப்பிடியைப் பிடித்துக் கொண்டு உயர்த்துக. உலோகத்தின் அருகில் உங்கள் கையினைக்கொண்டு வருக; ஒரு தீப்பொறி உண்டாகும். மேலும் தேய்க்காமலேயே அந்த இரப்பரினின்றும் பல மின்னூட்டங்களைப் பெறுதல்கூடும். இரப்பரின் மீது உலோகத்தை அழுத்துக; உங்களுடைய விரல்களால் அழுத்திக் கைப்பிடியைப் பிடித்துத் தூக்குக.

B. எளிய மின்கலன்களும் மின்சுற்றுக்களும்

1. குழலில் நீர் எங்ஙனம் பாய்கின்றது என்பதைக் காட்டல்:

ஒரு குவளையினின்றும் மற்றொரு குவளைக்கு நீர் பாயச் செய்வதற்கு நீரின் மூலம் (Source) மிக உயர்ந்த நிலையிலிருத்தல் வேண்டும். நீர் மலையின்மேலிருந்து கீழ்நோக்கிப் பாய்கின்றது. இரண்டு பெரிய குவளைகளைக்கொண்டு இதற்கு நீங்கள் செயல் விளக்கம் அளிக்கலாம். ஒவ்வொரு குவளையின் அடிமட்டத்தினருகிலும் ஒரு துளையிட்டு அதன்பிறகு அஃது ஓர் ஒரு-துளைத் தக்கை அல்லது அடைப்பானை ஏற்கும் வரையில் அதனைப் பெரிதாக்குக. ஒரு குவளையின்மீது ஒரு நீளமான இரப்பர்க் குழலை வைத்

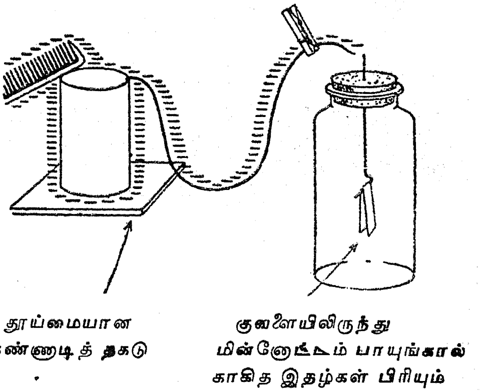


திடுக. ஒரு வில் ஆடைக் கவ்வியைக்கொண்டு குழலின் முனையருகில் அதனை நசுக்குக. குவளையை மேசையின்மீது வைத்து அதனை நீரினால் நிரப்புக. குழலை மற்றொரு குவளையுடன் இணைத்திடுக. அதுகூட மேசையின் மீதே நிற்கட்டும். ஆடைக் கவ்வியை அகற்றி நீர் பாய்வதைக் கவனித்திடுக. அஃது எப்பொழுது பாய்வதினின்றும் நின்று போகின்றது?

2. கடத்தியில் மின்சாரம் எங்ஙனம் பாய்கின்றது என்பதைக் காட்டல்:

மேற் சோதனையிலுள்ளவற்றைப் போலவே இரண்டு தகரக் குவளைகளைப் பயன்படுத்துக. ஒரு கம்பியின் ஒரு திறந்த முனையை ஒரு குவளையுடன் இணைத்திடுக. இரண்டு குவளைகளையும் திரும்பப் பெற்றுள்ள தட்டுகளின்மீது வைத்திடுக. கம்பியின் தனியாகவுள்ள ஒரு முனையருகில் ஓர் ஆடைக் கவ்வியை இணைத்திடுக. இப்பொழுது இந்த இயலின் முதற் பகுதியில் சோதனை 19இல் உண்டாக்கியவை போன்ற பல தீப்பொறிகளை அடைவதற்கு இந்தப் பொறியமைப்பினைப் பயன்படுத்துக. கம்பியின் மற்றொரு முனை ஏற்கெனவே இணைக்கப்பெற்றுள்ள குவளையுடன் கம்பியின் தனிமுனையை வளைத்து மாட்டுக. இரப்பர் அட்டையில் ஒரு மின்னூட்டத்தை வைத்துக் கம்பி இணைக்கப்பெற்றுள்ள குவளையுடன் உலோகத் தட்டினைத் தொடுமாறு கொண்டு வருக. குவளையின்மீது நல்ல மின்னூட்டம் உண்டாகும் வரையிலும் இதனை இருபது தடவைகள் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக.

இந்த இயலின் முற்பகுதியில் சோதனை 11ல் நீங்கள் இயற்றிய நெட்டிப் பந்து நிலை மின்காட்டியை அது மற்றொரு குவளையைத் தொடுமாறு



அமைத்திடுக. அடுத்து ஆடைக் கவ்வியை ஒரு கைப்பிடியாகப் பயன்படுத்திக் குவளையினின்றும் மாட்டியுள்ள கம்பியை நீக்கி அதனை

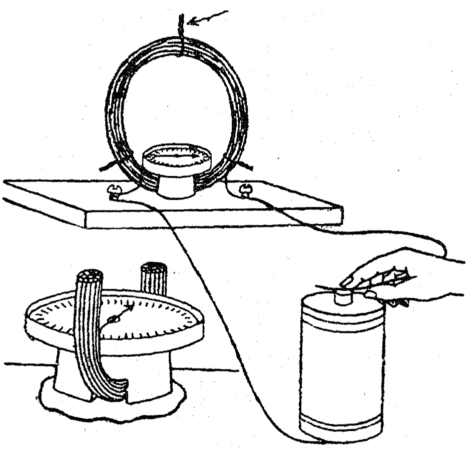
மற்றொரு குவளையில் மாட்டுக. இப்பொழுது நெட்டிப் பந்தினை உற்றுநோக்குக. உங்கள் சோதனை வெற்றியடைந்தால் மின்சாரம் ஒரு குவளையினின்றும் மற்றொரு குவளைக்குப் பாயும்; இது நெட்டிப் பந்தினால் காட்டப்பெறும்.

3. மின்சாரம் எங்ஙனம் பாய்கின்றது என்பதைக் காட்ட மற்றொரு வழி:

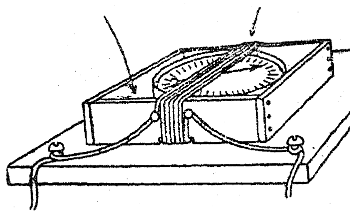
மேலே சோதனை 2-இலிருந்து கம்பி இணைப்புடன் கூடிய குவளையைப் பயன்படுத்துக. இந்தத் தடவையில் கம்பியின் மற்றொரு முனையை இந்த இயலின் முற்பகுதியில் சோதனை 14-இல் இயற்றிய இதழ் நிலை மின்காட்டியுடன் இணைத்திடுக. உங்களுடைய தீப் பொறி தரும் பொறியமைப்பினைக் கொண்டோ, மென்மயிருடன் கூடிய தோலினால் தேய்க்கப்பெற்ற பிளாஸ்டிக் சீப்பினைக் கொண்டோ குவளையின் மீது ஒரு மின்னூட்டத்தை வைத்திடுக. நிலை மின்காட்டியின் இதழை உற்றுநோக்குக.

4. மின்னோட்டங்களைக் காட்டும் எளிய கருவிகளை எங்ஙனம் இயற்றுவது? :

சிறிதளவு பஞ்சினால் போர்த்தப்பெற்றுள்ள மணிக் கம்பியினைப் (Bell wire) பெற்றுச் சுமார் 8 செ.மீ. குறுக்குவிட்டமுள்ள ஒரு சாடியைச் சுற்றிலும் 50 லிருந்து 60 சுற்றுக்கள் வரையிலும் ஒரு கம்பிச் சுருள் அமையுமாறு



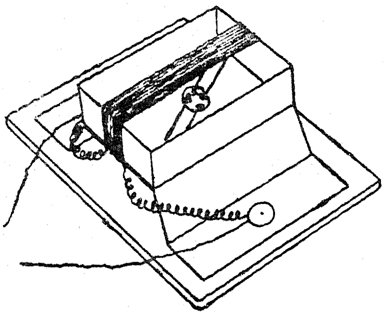
போர்த்துக. சாடியினின்றும் கம்பியை நழுவச் செய்து அதனைச் சிறு கம்பிகள் அல்லது நாடாவினைக்கொண்டு இறுகக் கட்டுக. இந்தக் கம்பிச் சுற்றினை ஒரு மர அடித்தளத்தின்மீது ஏற்றுக. ஒரு தக்கையில் கம்பிச் சுற்று செல்லுவதற்கேற்ப ஒரு துளையை வெட்டுவதாலும் அதன் பிறகு தக்கையையும் கம்பிச் சுருளையும் அடித்தளத்துடன் உருகிய முத்திரை அரக்கினால் நன்கு பிணைப்பதாலும் திசைகாட்டியைப் பிடித்துக்கொள்வதற்கு ஒரு சிறிய மேடை அமைக்கப்பெறுதல் கூடும். தக்கையின்மீது திசைகாட்டியை வைத்திடுக; இப்படி வைப்பதனால் அது சுருளின் திசையுடன் இணையாகக் காட்டுமாறு அமைத்திடல் கூடும். ஓர் உலர்ந்த மின்கலத்தைக் கம்பிச் சுருளுடன் இணைத்துத் திசைகாட்டியின் குறிமுள்ளினை உற்றுநோக்குக.



ஒரு சுருட்டுப் பெட்டியின் மரத்தினின்றும் திசைகாட்டியை உள்ளடக்கி வைப்பதற்கேற்ப சிறிது பெரியதாக இருக்குமாறு ஒரு சிறிய சட்டத்தை அமைத்து, மிகக் கூருணர்வுள்ள கருவியொன்று இயற்றப்பெறுதல் கூடும். திசைகாட்டியைச் சட்டத்தினுள் வைத்து அதன் பிறகு சட்டத்தின்மீது விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு மணிக் கம்பியினைக்கொண்டு 20 சுற்றுக்கள் அமைத்திடுக.

இயல்-14, சோதனை-11இல் விவரிக்கப்பெற்ற அமுக்கு-பொத்தான் திசை காட்டிக் குறிமுள் மேற் குறிப்பிடப்பெற்ற இரண்டு மின்னோட்டங் காட்டிகளிலும் (Galvanoscope) பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். ஒரு தீப் பெட்டியில் இந்தத் திசைகாட்டிக் குறிமுள்ளைப் பயன்படுத்தி ஒரு பயனுள்ள மாதிரிக் கருவி அமைக்கப்பெறுதல் கூடும். பெட்டியினின்றும் இழு அறையை (Drawer) அகற்றி விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அப்பெட்டியைப் பிளந்து திறந்திடுக. இழு அறையைச் சுற்றிலும் 26 S.W.G. இரட்டை முறை

யில் பஞ்சு போர்த்தப் பெற்றுள்ள கம்பியை 20 சுற்றுக்கள் இறுக்கமாகச் சுற்றுக. பெட்டியின்



அடி மட்டத்தின் வழியாகச் செலுத்தப்பெற்றுள்ள ஒரு குண்டூசியின்மீது திசை காட்டிக் குறிமுள்ளைத் தாங்கச் செய்க.

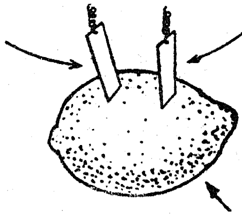
பிளந்து-திறந்த பெட்டியை ஓவியத் தட்டூசிகளைக் (Drawing pins) கொண்டு ஓர் ஒட்டுப் பலகை அடித்தளத்துடன் பொருத்துக. கம்பியின் திறந்த முனையை ஓவியக் தட்டூசிகளைச் சுற்றிலும் சுற்றி, மின்சாரப் பற்றிணைப்பினை அமைத்திடுக; இதனால் அத் தட்டூசிகள் (மின்) கோடிகளாகப் பயன்படுத்தப் பெறலாம்.

5. வேதியியல் ஆற்றலினின்றும் மின்னாற்றல் :

வெவ்வேறு உலோகங்களாலான இரண்டு நாணயங்களை எடுத்துக் கொள்க. அவற்றை எஃகு மயிரிழையைக் கொண்டோ, அல்லது உப்புத்தாளைக்கொண்டோ தூயவையாக்குக. நாணயங்களை விடச் சற்றுப் பெரிதாக இருக்குமாறு காகிதக் கைக்குட்டை அல்லது மையொற்றுத் தாளை ஓர் அட்டையாக மடித்திடுக. மையொற்றுத் தாளை உப்பு நீரில் நனைத்திடுக. அட்டையின் மேற்புறத்தில் ஒரு நாணயத்தையும் அதன் அடிப்புறத்தில் மற்றொரு நாணயத்தையும் வைத்திடுக. அவற்றை உங்கள் பெருவிரலுக்கும் சுட்டு விரலுக்குமிடையில் பிடித்துக் கொள்க. உங்களுடைய கூருணர்வுள்ள மின்னோட்டங் காட்டியின் (Galvanoscope) சுருளின் இரண்டு முனைகளையும் நாணயங்களுடன் இணைத்துத் திசை காட்டியினைக் கவனித்திடுக.

6. எலுமிச்சம் பழத்திலிருந்து மின்சாரம் :

உங்களுடைய கூருணர்வுள்ள மின்னோட்டங் காட்டியிலிருந்து ஒரு கம்பியைத் தீய்ந்துபோன ஓர் உலர்ந்த மின்கலக் குவளையினின்றும் வெட்டியெடுக்கப்பெற்ற ஒரு துத்தநாகத் துண்டுடன் இணைத்திடுக. மற்றொரு கம்பியினை ஒரு தாமிரத் துண்டுடன் இணைத்திடுக; எலுமிச்சம்பழத்தை மேசையின்மீது உருட்டுக. உங்கள் கையினால் அமுக்கிப் பழத்தின் உட்புறத்திலுள்ள சில இழையம் நசுங்குமாறு செய்க. இப்பொழுது இரண்டு உலோகத் துண்டுகளையும் பழத்தின் தோலின் வழியாக உள்ளே செலுத்துக; அவையிரண்டும் ஒன்றனையொன்று உட்புறம் தொடவில்லை என்பதை உறுதி செய்துகொள்க. திசை காட்டியின் குறிமுள்ளை உற்றுநோக்குக.



ஓர் உருளைக் கிழங்கினைப் பயன்படுத்தி இச் சோதனையைச் செய்ய முயலுக. இரண்டு உலோகத் தகடுகளுக்குமிடையிலுள்ள தூரம் மின்னோட்டங்காட்டி அளவினைப் பாதிக்கின்றதா?

7. எங்ஙனம் எளிய மின்கலத்தை இயற்றுவது? :

உலர்ந்த மின்கலங்கள் கிடைக்காவிடில் ஓர் எளிய வோல்டா மின்கலன் பல சோதனைகட்கும் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். ஒரு சாடியில் நீர்த்த கந்தகாமிலத்தில் தோய்ந்துள்ள தாமிரம், துத்தநாகம் இவற்றின் தகடு

கள் மிக நன்றாகச் செயற்படுகின்றன; ஆனால் வாயுக் குமிழிகளை அகற்றுவதற்கு அத்தகடுகள்

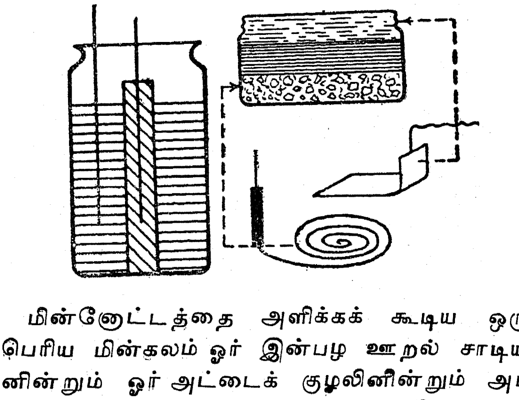
சில சமயங்களில் குலுக்கப்பெறுதல் வேண்டும். ஒரு சில பொட்டாசியம் டைக்குரோமேட் படிகங்கள் வேதியியல் முறையில் வாயுக்களை அகற்றும்.

8. வேறு எளிய மின்கலங்கள்:

ஒரு கால் புதையரண மெருகிடு பொருளைக் கொண்ட ஆழங்குறைந்த சாடி அல்லது ஆழங்குறைந்த ஓர் இறைச்சி சாடியினைக் கொண்டு வகுப்பில் பயன்படுத்துவதற்காக ஓர் எளிய டேனியல் மின்கலத்தை நீங்கள் இயற்றலாம்.

கிட்டத்தட்ட 0·5 செ. மீ. தாமிர சல்ஃபேட் கரைசலில் நனைக்கப்பெற்ற தாமிர சல்ஃபேட்டுப் படிகங்களின் அடுக்கினைச் சுமார் 1·5 செ.மீ. ஆழத்திற்கு வைத்திடுக. இதில் தோசை போன்ற அகன்ற சுருள் வடிவான காப்பிடப் பெற்ற ஒரு காரீயத் துண்டுடன் கூடிய ஒரு தாமிரக் கம்பியினைப் புதைத்திடுக. இதற்கு மேல் ஈரமான பாரிஸ் காரையை ஊற்றிப் படிந்து இறுகுமாறு விடுக.

எதிர்த் துருவத் தகட்டிற்கு ஒரு கம்பியுடன் இணைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு துத்தநாகத் தகட்டினைப் பயன்படுத்துக; சாடியினை நீர்த்த கந்தகாமிலத்தால் நிரப்புக. மின்கலம் பயன்படா நிலையிலிருக்கும்பொழுது இந்தச் சிறிய அளவு அமிலத்தைக் கொட்டி விடலாம்.



மின்னோட்டத்தை அளிக்கக் கூடிய ஒரு பெரிய மின்கலம் ஓர் இன்பழ ஊறல் சாடியினின்றும் ஓர் அட்டைக் குழலினின்றும் அப்பொழுதைய ஏற்பாடாக அமைக்கப்பெறலாம்.

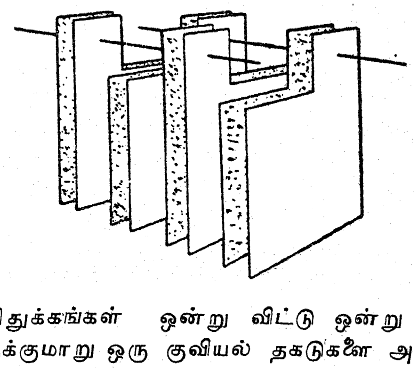
தாமிர சல்ஃபேட்டினை பாரிஸ் காரையுடன் சேர்த்து ஒரு மெல்லிய பாலேடுபோல் கலந்து சாடிக்கும் அதன் மையத்திலுள்ள அட்டைக் குழலுக்கும் இடையிலுள்ள இடத்தில் ஊற்றிய பிறகு அதனை அப்படியே படிந்து இறுகுமாறு விடுக.

பாரிஸ் காரையையும், துத்தநாக சல்ஃபேட்டையும் பயன்படுத்திச் சிறிது கந்தகாமிலத்தைச் சேர்த்து மற்றொரு பசையினைக் கலந்திடுக. முதலில் போட்ட காரை படிந்து இறுகியதும் இக் கலவையினை மையக் குழலினுள் ஊற்றுக. பசைகள் நன்கு இறுகிக் கெட்டியாவதற்கு முன்னர் ஒரு தாமிரத் தகட்டினையும் ஒரு துத்தநாகக் கோலினையும் மின்முனைவாய்களாகச் (Electrodes) செருகுக.

9. ஓர் எளிய மின் சேமக்கலனை (Accumulator or storage battery) எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

ஏதாவது ஒரு மின்சாரக் கம்பியினின்றும் (Electric cable) துத்தநாக உறையைக் கழற்றுக. அதனை 1·5×3 செ. மீ. அளவுள்ள சிறு துண்டுகளாகவும், அத்துண்டுகள் ஒவ்வொன்றின் சிறிய பக்கத்திலும் ஒரு சிறிய பிதுக்கம் இருக்கும்படியாகவும் வெட்டுக.

இப்பொழுது ஒரு தீப்பெட்டியினின்றும் 1·5×3 செ.மீ. அகலமுள்ள மெல்லிய மரத் துண்டுகளை வெட்டுக; இவை தகடுகளுக் கிடையே இடமடைப்புக் காய்களாகச் (Spacers) செயற்படுகின்றன.



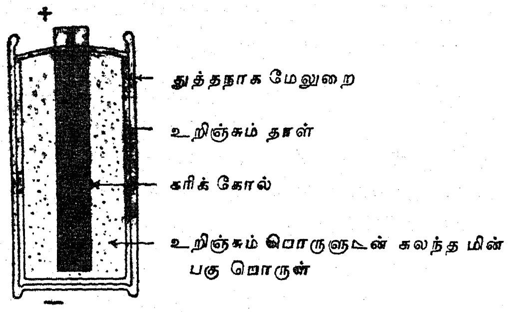
பிதுக்கங்கள் ஒன்று விட்டு ஒன்று மாறியிருக்குமாறு ஒரு குவியல் தகடுகளை அமைத்திடுக; ஒவ்வொரு தகட்டினையும் இடைமடைப்புக் காயினால் பிரித்திடுக.

ஒவ்வொரு பக்கத்திலுமுள்ள பிதுக்கங்களையும் ஒரு தாமிரக் கம்பியினால் இணைத்திடுக.

இந்த ஏற்பாட்டினை நீர்த்த கந்தகாமிலத்தில் ஆழ்த்தித் 'தகடுகள்' உண்டாவதற்கு மின்னோட்டத்தினை அனுப்புக. ஒரு சில நிமிடங்கட்குப் பிறகே இந்த மின் சேமக்கலம் ஒரு சிறிய மின்சாரக் கைவிளக்குக் குமிழை ஒளி விடச் செய்யும். மின் ஏற்றத்தையும் மின் இறக்கத்தையும் மாறிமாறிச் செய்வதால் தகடுகளின் நிலைமைகளை மேம்பாடடையச் செய்யும்.

10. உலர்ந்த மின்கலம் எங்ஙனம் அமைக்கப் பெறுகின்றது? :

ஒரு பழைய உலர்ந்த மின்கலத்தினின்றும் வெளி உறையை நீக்குக. ஒரு வாளினைக் கொண்டு மின்கல அடுக்கினை (Battery) இரண்டு பாதியாக வெட்டி அதன் அமைப்பினை உற்றுநோக்குக. நடுவிலுள்ள கரி அல்லது நேர் மின் துருவத்தையும், எதிர்மின் துருவமாக இயங்கும் துத்தநாகக் குவளையையும் இரண்டு துருவங்களுக்கும் இடையிலுள்ள மின்கலத்தின் தகட்டின்மீது செயற்படும் வேதியியல் பொருளையும் உற்றுநோக்குக.



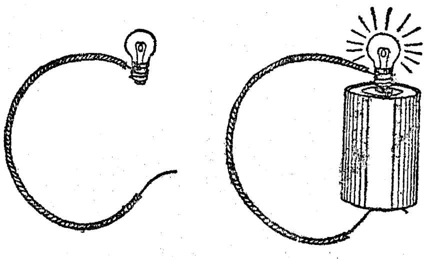
வேதியியல் பொருளால் துத்தநாகம் எங்ஙனம் கரைக்கப்பெற்றுள்ளது என்பதைக் கவனித்திடுக. வேதியியல் பொருள்கள் துத்தநாகக் குவளையினுள் வைக்கப்பெற்று எங்ஙனம் சூடான கீலினால் (Hot pitch) மூடப்பெற்றுள்ளன என்பதை உற்றுநோக்குக.

11. மின் சுற்றில் உலர்ந்த மின்கலத்தைப் பயன்படுத்தல்:

ஒரு சிறிய மணிக் கம்பித் (Bell wire) துண்டின் முனையை ஒரு மின்சாரக் கைவிளக்குக் குமிழின் திருகு போன்ற அடிப் பகுதியில் அது குமிழினை இறுகப் பற்றுமாறு சுற்றுக. கம்பியின் மீதிப் பகுதியை ஆங்கில எழுத்து C போல் வளைத்திடுக. மின்சாரக் கைவிளக்குக் குமிழின் முனையை மின்சாரக் கைவிளக்குக் கலத்தின் மைய மின்சாரக் கோடியுடன்வைத்து கம்பியின் வில் தன்மை மின்கலத்தின் அடி மட்டத்தைப் பிடித்துக் கொள்ளுமாறு ஒழுங்கு படுத்துக. இணைப்புக்கள் இறுக்கமாக இருப்பின், குமிழ் எரிய வேண்டும். இந்த முறையில் இணைத்திட்டால் எந்த மின்சாரக் கைவிளக்குக் குமிழும் செயற்பட வேண்டும்; ஆனால், ஓர் ஒற்றை மின்கலக் கைவிளக்கிற்காகச் செய்யப் பெற்ற மின் குமிழ் வகை இன்னும் அதிக ஒளிர்வான ஒளியைத் தரும்.

குமிழை மிக அண்மையில் வைத்து நோக்கி ஒரு மெல்லிய கம்பி உட்புறத்திலுள்ள இரண்டு உறுதியான கம்பிகளால் அதன் நிலையில் வைத்துக் கொண்டிருப்பதைக் கவனித்திடுக. ஒரு கைக் கண்ணாடி வில்லையின் உதவியால் இதை இன்னும் எளிதாகப் பார்க்கலாம். இந்த மெல்லிய உலோகக் கம்பி உல்ஃப்ராம் (Wolfram) என்னும் உலோகத்தாலானது; முன்னர் இது டங்க்ஸ்டன் என்று வழங்கப்பெற்றது. இந்த உல்ஃப்ராம் கம்பியின் வழியாக மின்னோட்டம் செல்லும்பொழுது அது மிகச் சூடாகக் காரணமாகி ஒளி வெளிவிடப் பெறுகின்றது.

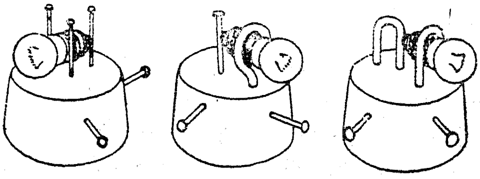
மின்கலத்தைத் தலைகீழாகத் திருப்பி மின் கோடிகளையும் எதிரிடையாக மாற்றுக. மின்சாரம் எதிர்த் திசையில் பாய்ந்துகொண்டிருந்தபோதிலும் இன்னும் விளக்கு செயற்படுவதைக் கவனித்திடுக.



குமிழின் வழியாகவும் மின்கலத்தின் மற்றொரு முனைக்குச் சுற்றியும் மின்னோட்டத்தின் பாதை செல்வதைக் காட்டக்கூடிய ஒரு விளக்கப் படத்தை வரைக. 'மின் சுற்று' என்ற துறைச் சொல்லின் பொருளை வளர்த்திடுக.

12. மின்சாரக் கைவிளக்குக் குமிழின் கைப்பிடிகள் :

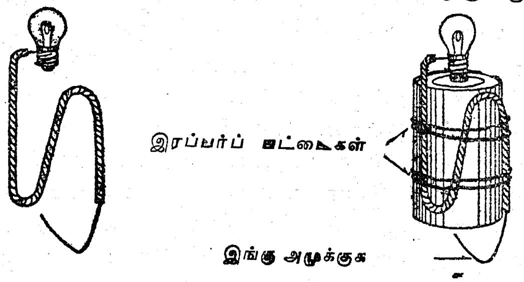
மின்சாரக் கைவிளக்குக் குமிழ்களைத் தாங்குவதற்கு கம்பி ஆணிகள், மரையுள்ள கொக்கிகள், நாதாங்கிகள் (Staples) ஆகியவை பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு தக்கையின் உச்சியில் செலுத்தப்பெற்றுள்ள மூன்று ஆணிகள்



குமிழைத் தாங்கும். தக்கையின் பக்கத்திலுள்ள அதிகப்படியான வேறு இரண்டு ஆணிகள் அல்லது மரையாணிகள் (இவை நேர்க் குத்தாகவுள்ள ஆணிகளைத் தொட்டுக்கொண்டிருப்பவை) மின்சார இணைப்புக்களைச் செய்வதற்குத் துணைபுரிகின்றன.

13. மின்சாரக் கைவிளக்கு எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது? :

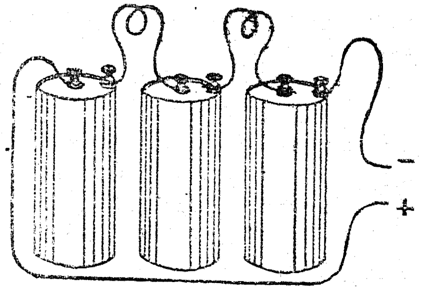
மணிக் கம்பியினை வளைத்து ஓர் உராய்வு நாடா அல்லது இரப்பர்ப் பட்டையினைக் கொண்டு அதனை மின்கலத்துடன் பிணைத்திடுக. குமிழின் முனை மின்கலத்தின் மையக் கோடியைத் தொடுமாறு கம்பியை ஒழுங்கு



படுத்துக. தனியாகவுள்ள கம்பியின் முனையை மின் கலத்தின் அடி மட்டத்துடன் அழுத்தி ஒரு மின்சாரப் பொத்தானைப் பயன்படுத்துக.

14. மின்கலங்களைத் தொடர் அடுக்கு (In series) முறையில் இணைப்பது எங்ஙனம்?:

விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு மூன்று உலர்ந்த மின் கலங்களைத் தொடர் அடுக்கு முறையில் இணைத்திடுக. ஒவ்வொரு மின்கலத்தின் வெளிப்புற மின் கோடியும் அதற்கு அடுத்த மின்கலத்தின் மையத்திலுள்ள கோடியுடன் இணைக்கப்பெற்றிருப்பதைக் கவனித்திடுக. மின்கலங்கள் இம்முறையில் இணைக்கப்பெறும்பொழுது மொத்த வோல்ட்டு அல்லது அளவு மின் அழுத்தம் மின்கலங்களின் வோல்ட்டு அளவுகளின் கூட்டுத்தொகையாகும். இங்கு ஒவ்வொரு மின் கலத்தின் வோல்ட்டு அளவு 1·5 வோல்ட்டு ஆதலால், மொத்த வோல்ட்டு அளவு =1·5+1·5+1·5=4·5 வோல்ட்டுக்கள் ஆகும்.



தொடர் அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெற்ற மின் கலங்கள்

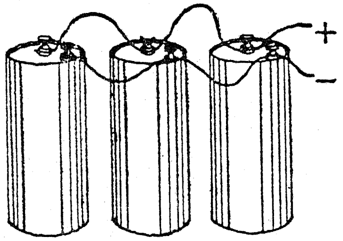
இப்பொழுது இரண்டு தலைமைக் கம்பிகளையும் (Lead wires) ஒரு மூன்று–மின்கல மின்சாரக் கைவிளக்கு அமைப்பாக இணைத்திடுக. கம்பிகளில் ஒன்றினைக் கழற்றி அதே விளக்கினை ஓர் ஒற்றைக் கலத்துடன் இணைத்திடுக. ஒளியின் வேறுபாட்டினைக் கவனித்திடுக.

அதே விளக்கினைத் தொடர் அடுக்கிலுள்ள இரண்டு மின்கலங்களுடன் இணைத்து அதன் ஒளியின் உறைப்பை (Brightness) ஒரு மின் கலம், மூன்று மின்கலங்கள் தரும் ஒளியின் உறைப்புக்களுடன் ஒப்பிடுக.

15. மின் கலங்களை இணையான அடுக்கு முறையில் (In parallel) இணைப்பது எங்ஙனம்? :

எல்லா மையக் கோடிகளையும் ஒரு கம்பியிலும் எல்லா வெளிப்புறக் கோடிகளையும் மற்றொரு கம்பியிலுமாக இணைத்து மூன்று மின் கலங்களை இணையான அடுக்கு முறையில் இணைத்திடுக. தலைமைக் கம்பிகளை ஒரு கொள்கலனுடன் இணைத்து ஓர் ஒற்றை மின்கல மின்

கைவிளக்கு அமைப்பாக ஒரு மின் குமிழினைச் செருகுக.



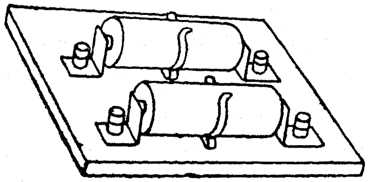
இணையான அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெற்ற மின்கலங்கள்

மின்கலங்களுள் ஒன்றனைக் கழற்றி விளக்கின் ஒளி உறைப்பில் யாதொரு வேறுபாடும் இல்லாமையைக் கவனித்திடுக. இரண்டு மின் கலங்களைக் கழற்றினபோதிலும், ஒளியின் உறைப்பு மாறவில்லை. மின் கலங்கள் இணையான அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெறும் பொழுது மொத்த வோல்ட்டு அளவு ஓர் ஒற்றை மின்கல வோல்ட்டு அளவினைவிட அதிகரிப்பதில்லை.

'மின்கலம்' (Cell), மின்கல அடுக்கு (Battery) என்ற இரண்டு துறைச் சொற்களுக்குமுள்ள வேறுபாட்டினை வளர்த்திடுக. இரண்டு அல்லது இரண்டிற்கு மேற்பட்ட மின் கலங்கள் சேர்ந்த இணைப்பே 'மின்கல அடுக்கு' என்பது.

16. மின்சாரக் கைவிளக்கின் மின்கல அடுக்குக் கைப்பிடிகள்:

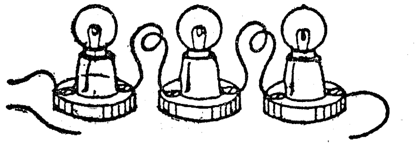
பல மின்சாரக் கைவிளக்கு மின் கலங்கள் ஒரு சோதனைக்குத் தேவைப்படுங்கால் அவை ஒரு மர அடித்தளத்தின்மீது பொருத்தப்பெற்றுள்ள வில் இடுக்கிகளால் பிடித்துக்கொள்ளப் பெறலாம். இவை பெட்டிகளைக் கட்டுவதற்குப்



பயன்படும் எஃகுத் தகட்டினால் (Steel baling strip) செய்யப்பெறலாம்; இவை கோண அடைப்பு வடிவத்தில் இயற்றப்பெற்று ஒரு மின் கோடியால் பிணைக்கப்பெறுகின்றன; இந்தப் பிணைப்புக்களால் தொடர் அடுக்கு, இணையான அடுக்கு இணைப்புக்கள் இரண்டும் அமைத்திட வசதிப்படுகின்றது. இன்னும் அதிகமான பிணைப்பு ஏற்பட வேண்டுமாயின் மின் கலங்களைச் சுற்றுப் புறத்தைச் சேர்த்து இறுகப் பிடிப்பதற்குத் தரப்படுத்திய கோலத்திலுள்ள வட்ட வடிவமான இடுக்கிகள் சேர்க்கப்பெறுதல் கூடும்.

17 எங்ஙனம் விளக்குகள் தொடர் அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெறுகின்றன? :

மூன்று விளக்குகளைத் தொடர் அடுக்கு முறையில் இணைத்து அவற்றை ஓர் ஒற்றை மின்கலத்துடன் பொருத்துக. இந்த மூன்று விளக்குகளையே முதலில் தொடர் அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெற்றுள்ள இரண்டு மின்கலங்களுடனும், அதன் பின்னர் அதே முறையில் இணைக்கப்பெற்றுள்ள மூன்று மின் கலங்களுடனும் இணைத்திடுக. இந்த விளக்கு



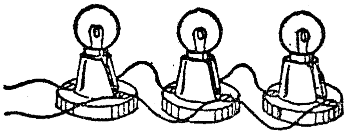
தொடர் அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெற்ற விளக்குகள்

களில் ஒன்றனைக் கழற்றுக; மின் சுற்று துண்டிக்கப்படுவதால் ஏனைய இரண்டு மின் விளக்குகளும் அணைந்துபோவதைக் கவனித்திடுக. இதனை கிறிஸ்துமஸ் செடி விளக்குகளுடனும் தொடர்புபடுத்துக. பல கிறிஸ்துமஸ் செடித் தொகுதிகளில் விளக்குகள் தொடர் அடுக்கு இணைப்பில் இணைக்கப்பெறுகின்றன. வரிசையிலுள்ள ஒரு விளக்கு அணைந்தாலும், மின் சுற்று துண்டிக்கப்படுவதால் ஏனைய விளக்குகள் யாவும் அணைந்து போகின்றன.

18. எங்ஙனம் விளக்குகள் இணையான அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெறுகின்றன ? :

மூன்று விளக்குகளை இணையான அடுக்கு முறையில் இணைத்து அவற்றை ஓர் ஒற்றை மின்கலத்துடன் பொருத்துக. ஒரு மின் குமிழினைக் கழற்றுக; ஏனைய இரண்டு குமிழ்களும்

அப்படியே எரிந்துகொண்டிருப்பதைக் கவனித்திடுக. இரண்டாவது மின்கலம் ஒன்றனைத்

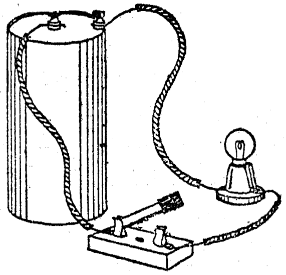


இணையான அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பெற்ற விளக்குகள்

தொடர் அடுக்கு முறையில் சேர்த்து, விளக்குகளின் ஒளி உறைப்பினை அதிகரித்திடுக. ஒரு மின் குமிழ், அடுத்து இரண்டு மின் குமிழ்கள், பிறகு மூன்று மின் குமிழ்கள் என்று கழற்றுக.

19. ஒரு மின் சுற்றினைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஒரு மின்சாரப் பொத்தான் எங்ஙனம் பயன் படுத்தப்பெறுகின்றது?:

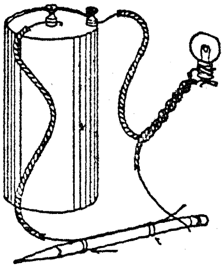
ஒரு மின்கலம், ஒரு விளக்கு இவற்றுடன் கூடிய ஒரு மின் சுற்றில் ஒரு கத்தி மின் பொத்தானை (Knife switch) வைத்துப் பொத்தானை இயக்கி விளக்கினை எரியுமாறும் அணையுமாறும் செய்க. விளக்கினை அகற்றி அஃது இருந்த இடத்தில் ஒரு மணி அல்லது ஓர் ஒலிக் கருவியினை வைத்து மின் பொத்தானை இயக்குக.



கத்தி மின் பொத்தானை அகற்றி அஃது இருந்த இடத்தில் அமுக்கு-பொத்தான் முறை மின் பொத்தானை வைத்திடுக. வெவ்வேறு பயன்கட்கு ஏற்ப ஒவ்வொரு வகை மின் பொத்தானின் பொருத்தத்தினையும் கலந்தாய்க.

20. எளிய மின் பொத்தானை எங்ஙனம் இயற்றுவது ?:

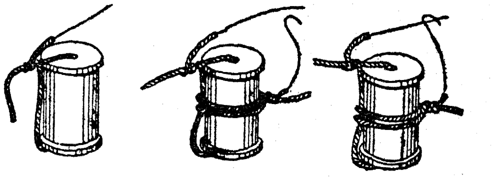
விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு மணிக் கம்பியின் முனையை ஒரு பென்சிலுடன் இரண்டு இரப்பர்ப் பட்டைகளினால் இணைத்து ஓர் எளிய மின் பொத்தான் இயற்றப்பெறுதல் கூடும். அதன் கீழ் தொடுமாறு அமைக்கப்பெறும் இரண்டாவது கம்பி ஒரு



பொருத்தமான இணைப்பாகின்றது.

21. மற்றோர் எளிய மின் பொத்தான்:

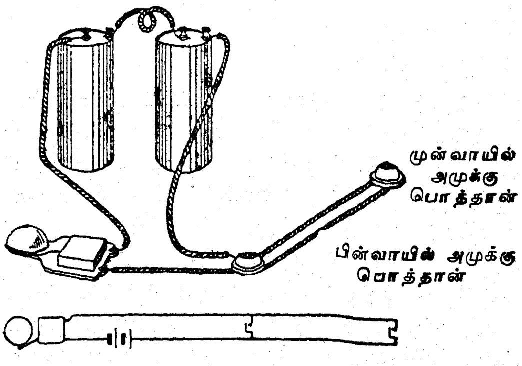
ஒரு மணிக் கம்பித் துண்டினை ஒரு நூலுருளையினூடே செலுத்தி அதனை நன்கு பிணைத்து விடுக. இரண்டாவது கம்பித் துண்டு ஒன்றினை



நூலுருளையைச் சுற்றிலும் (இரண்டாவது படத்தைப் பார்க்க) சுற்றுக. இந்தக் கம்பிகளின் தனி முனைகளைத் தக்கவாறு பொருத்தி, மின் பொத்தானை எளிதாகத் திறக்கக் கூடியவாறும் மூடக்கூடியவாறும் அமைத்திடுக.

22. இரண்டு அமுக்கு - பொத்தான்களின் உதவியால் எங்ஙனம் ஒரு கதவு மணியை அடிக்கச் செய்வது? :

இரண்டு மின் கலங்கள், இரண்டு அமுக்கு

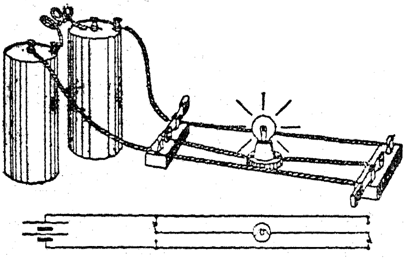


பொத்தான்கள், ஒரு மணி-இவற்றைப் பயன்

படுத்தி ஒரு வீட்டின் முன் வாயில், பின் வாயில் போன்ற இரண்டு இடங்களினின்றும் ஒரு கதவு மணி இயக்கப்பெறுதல் கூடும். விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு மின் சுற்றினை மேசையின்மீது அமைத்திடுக. தரப் படுத்தப்பெற்ற குறியீடுகளைப் பயன்படுத்தி மின் சுற்றினைக் காட்டும் விளக்கப் படம் ஒன்றினை வரைக.

23. இரண்டு மின் பொத்தான்களினின்றும் எங்ஙனம் ஒரு விளக்கு கட்டுப்படுத்தப்பெறுகின்றது? :

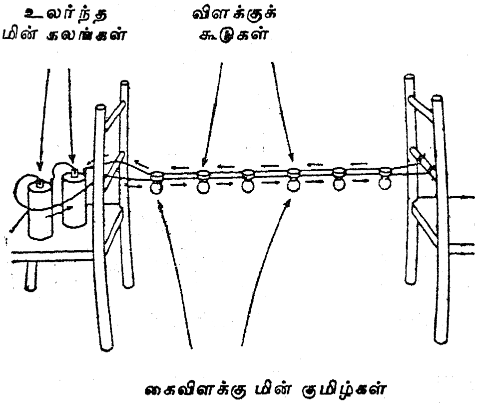
இரண்டு இரட்டை எறி-கத்தி மின் பொத்தான்கள், இரண்டு மின் கலங்கள், ஒரு விளக்கு இவற்றைக்கொண்டு ஒரு மண்டபத்தின்



விளக்கு, மேல் மாடி அல்லது கீழ்மாடியிலுள்ள மின் பொத்தான்களின் உதவியினால் எங்ஙனம் இயக்கப்பெறுகின்றது என்பதைக் காட்டுக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளதைப் போல் மேசையின்மீது ஒரு மின் சுற்றினை அமைத்திடுக. தரப்படுத்தப்பெற்ற குறியீடுகளைக்கொண்டு மின் சுற்றின் விளக்கப் படத்தினை வரைக.

24. ஒரு சிறு அளவிலான தெரு விளக்கு அமைப்பு:

கிட்டத்தட்ட இரண்டு மீட்டர் நீளமுள்ள காப்பிடப்பெற்ற மணிக் கம்பித் துண்டுகள் இரண்டினை வெட்டுக. ஒவ்வொரு கம்பியிலும் ஆறு இடங்களில் காப்பீட்டுப் பொருளை அகற்றி அவற்றினூடே சிறிய விளக்குக் கூடுகளை இணையான அடுக்கு அமைப்பு முறையில் இணைத்திடுக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இரண்டு நாற்காலிகளிடையில் கம்பிகளை இணைத்து ஒரு கோடியிலுள்ள கம்பிகளைத் தனித்தனியே விட்டுவிடுக. அடுத்த கோடியிலுள்ள கம்பிகளை இரண்டு உலர்ந்த மின் கலங்களுடன் இணைத்திடுக. விளக்குக்



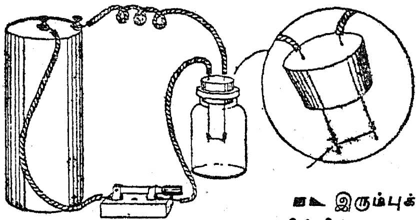
கூடுகளின் மின்சாரக் கைவிளக்கு மின் குமிழ்களைத் திருகிவிடுக.

25. மின்சாரத்தினின்றும் நாம் வெப்பத்தையும் ஒளியினையும் எங்ஙனம் பெறுகின்றோம்?:

ஒரு சிறிய புட்டியில் பொருந்தும் ஒரு தட்டையான தக்கையின் வழியாக இரண்டு மணிக் கம்பிகளின் முனைகளைச் செலுத்துக. ஒரு நீண்ட தக்கையின் முனையை வெட்டி எறிந்து ஒரு பொருத்தமான தக்கையினை ஆக்கிக் கொள்ளலாம்; அல்லது அதற்குப் பதிலாக ஓர் இரு-துளை இரப்பர் அடைப்பானைப் பயன்படுத்திக்கொள்ளவும் செய்யலாம். இப்பொழுது ஒரு சாதாரண பட இரும்புக் கயிற்றின் முறுக்கினைப் பிரித்து ஒரு புரியின் சிறு துண்டொன்றினை வெட்டுக. இந்தச் சிறு படக் கம்பியினை நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் தாமிரக் கம்பியின் முனைகளைச் சுற்றிச் சுற்றித் தக்கையினை ஒரு புட்டியினுள் செருகுக. இந்த அமைப்பு ஒரு மின் விளக்கின் பண்படாத மாதிரி அமைப்பாகத் துணைபுரியும்.

இந்தமாதிரி அமைப்பு மின்விளக்கினை ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட உலர்ந்த மின் கலங்களும் மின் பொத்தானும் கொண்ட ஒரு மின் சுற்றுடன் இணைத்திடுக. மெல்லிய கம்பி (கம்பி இழை) ஒளிவிடத் தொடங்கும்வரையிலும் மின் பொத்தானைப் போட்டு மின் சுற்றினை மூடுக; அதன் பிறகு மீண்டும் பொத்தானைத் திறந்திடுக. கம்பி இழை எரிந்துபோவதற்கு

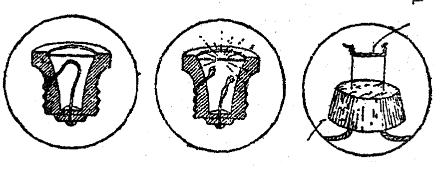
முன்னர் கவனத்துடன் விளக்கு பலமுறை ஏற்றப்பெறுதல் கூடும்; ஆனால் இறுதியில் சூடாக்கப்பெற்ற இரும்புக் கம்பி புட்டியின் உள்ளே இருக்கும் காற்றிலுள்ள ஆக்ஸி



ஜனுடன் சேர்ந்து எரிந்துபோய் விடுகின்றது. வணிக முறையில் தயாரிக்கப்பெறும் விளக்குக் குமிழ்கள் ஆக்ஸிஜனைக் கொண்டிருப்பதில்லை; டங்க்ஸ்டன் (Wolfram) கம்பி மிக்க ஒளியுடன் பிறங்கும் வரையில் அக் கம்பி சூடாக்கப்பெறுகின்றது. கம்பி இழை காப்பாற்றப்படுவதோடன்றி கண்ணாடிக் குமிழ் மின்விளக்கினைப் பாதுகாப்பாகப் பயன்படுத்தவும் துணைசெய்கின்றது.

26. உருகிகள் (Fuses) எங்ஙனம் மின் சுற்றுக்களைப் பாதுகாக்கின்றன?:

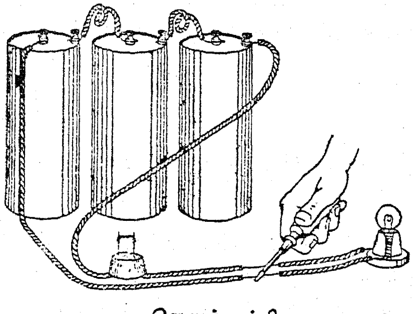
சாதாரணமான தீய்ந்துபோன உருகிகளைச் சோதித்திடுக. ஒரு மின் சுற்று அளவுக்கு மீறிய பளுவேற்றப்படும்பொழுது உருகிகள் மின் சுற்றினைத் துண்டிக்கும் பாதுகாப்பான ஏற்பாடுகளாகின்றன. மின் சுற்றின் வழியாகப் பாதுகாப்பில்லாத அளவு மின்னோட்டம் செல்லும்பொழுது உருகுகம்பி உருகுகின்றது.



ஒரு கற்கண்டுத் துண்டு சுற்றப்பெற்றுள்ள மெல்லிய உலோகத் தகடு அல்லது வேறு மேலுறையினின்றும் ஒரு மிக மெல்லிய கீற்றினைவெட்டி அதனைத் தக்கையினூடே நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் இரண்டு கம்பிகளின் முனைகளுக்கிடையில் பிணைத்திடுக. இஃது உலர்ந்த மின் கலங்களுடன் செயற்படும் ஒரு மாதிரி உருகிக்கு அறிகுறியாக உள்ளது. பல்வேறு வகை உலோகத் தகடுகளின் வெவ்வேறு அகலங்களைக்கொண்ட துண்டுகளுடன் அவை சீரான முறையில் செயற்படும் வரையில் சோதனைகளை மேற்கொள்க.

27. ஒரு மின்னோட்டத்தின் குறுக்குப் பாய்ச்சல் (Short circuit) எங்ஙனம் உருகியினை எரித்து விடுகின்றது?:

பல மின்கலங்களுடனும் ஒரு மின் விளக்குடனும் கூடிய ஒரு மின் சுற்றில் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு மாதிரி உருகியினை வைத்திடுக. அதன் பிறகு விளக்கில் மின்னோட்டத்தின் குறுக்குப் பாய்ச்சல் நிகழுமாறு செய்திடுக. உருகி உருகாவிடில் உலோகத்

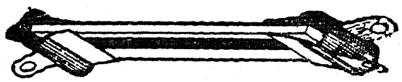


தகட்டின் ஒரு மெல்லிய கீற்றினை வெட்டுக. சரியான முறையில் பொருத்தப்பெற்றால் உருகி மின்னோட்டத்தைச் சுமந்து செல்லும் வரையில் பல்வேறு வகை உலோகத் தகடுகளின் பல்வேறு அகலங்களுடன் கூடிய கீற்றுக்களைக்கொண்டு சோதனைகளைச் செய்க; ஆனால் அது மின்னோட்டத்தின் குறுக்குப் பாய்ச்சல் நிகழும்பொழுது உருகுவதையும் காண்க.

28. எங்ஙனம் ஓர் எளிய கைப்பிடி உருகியினை இயற்றுவது ?:

சிறு சுருட்டிலும் பொட்டணம் கட்டுவதிலும் பயன்படும் மெல்லிய வெள்ளியத் தகடு உருகிகள்பற்றிய சோதனைகளில் பயன்படுகின்றது. அது கீற்றுகளாக வெட்டப்பெற்றுக் கோந்து பூசப்பெற்ற நாடாவின்மீது ஒட்டப்பெறுகின்றது; அந்த நாடா அதனைத் தட்டையாகப் பிடித்துக் கொள்ளுகின்றது. போர்க் காலத்தில் இராடார் உரு மாருட்டத்தில் காகிதப்

பின்னணியுடன் பயன்படுத்தப்பெற்ற மெல்லிய உலோகத் தகடு மேற்குறிப்பிட்ட சோதனைக்கு மிகச் சிறப்பாகப் பயன்படக் கூடியது; அஃது ஒரு கத்தரிக்கோலினைக் கொண்டு வெவ்வேறு உருகு மதிப்பீடுகளைத் தருவதற்கேற்ப எளிதாக வெட்டப்பெறலாம்.



அதன் முனைகள் காகித நாய்க் கவ்விகளால் (Bulldog paper clips) ஒரு சட்டம் அல்லது வரைகோலுடன் சேர்த்துப் பிடிக்கப்பெறுதல் கூடும். விரும்பினால் அந்தப் பொறி அமைப்பு மின் சுற்றுப் பலகை அமைப்புடன் இணைக்கப் பெறலாம். உருகு மின்னோட்டத்தைக் காண்பதற்கு வெவ்வேறு நீள, அகலங்களுள்ள மெல்லிய வெள்ளீயத் தகடுகளைப் பயன்படுத்த முயலலாம்.

29. வெப்ப நிலைக்கேற்ப மின்தடை எங்ஙனம் மாறுகின்றது ?:

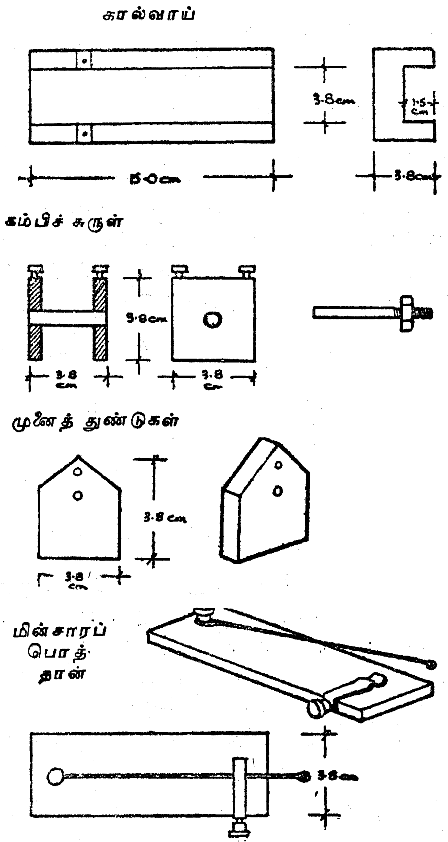
இரண்டு மீட்டர் நீளமுள்ள காகிதப் பூக்காரரின் மெல்லிய இரும்புக் கம்பிச் சுருளை மின்சாரக் கைவிளக்கு பாட்டரி, மின் குமிழ் இவற்றுடன் தொடர் அடுக்கு இணைப்பு முறையில் இணைத்திடுக. ஒரு தீக்குச்சியினைக்கொண்டு கம்பிச் சுருளைச் சூடாக்குக; தடையின் அதிகரிப்பு மின்னோட்டத்தைக் குறைக்கின்றது; இதனால் மின் குமிழ் ஒளிராது போகின்றது.

C. காந்தத் தன்மையும் மின்னாற்றலும்

1. எளிய மின்சாரக் கருவிகளை இயற்றும் ஓர் ஆய்கருவி :

தொடக்க நிலை மின்சாரத்தில் பயன்படுத்தப் பெறும் வெவ்வேறு ஆய்கருவிகளில் மின் காந்தங்கள், மின்சாரப் பொத்தான்கள் போன்ற பல பொதுவான அமைப்புக்கள் ஏராளமாக உள்ளன; ஆகவே, இப் பொது அமைப்புக்கள் பல்வேறு முறைகளில் பயன்படுத்தப்பெறக் கூடிய பல மடங்கு கருவித் தொகுதிகளை அமைத்துக் கொள்ளுதல் மிகவும் பயனுள்ளது. அடியிற் குறிப்பிடப்பெற்ற ஏற்பாடுகள் 11-13 வயதுள்ள மாணாக்கர்கட்கு மிகவும் பயனுள்ளவை எனக் கண்டறியப் பெற்றுள்ளன; எல்லாப் பகுதிகளும் இயற்றப்பெற்றுவிட்டால் அவற்றை ஒன்று சேர்ப்பதற்கு ஒரு பேனாக் கத்தியே போதுமானது. ஈண்டுக் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள பொறியமைப்புக்கள் யாவும் முற்றிலும் சீர்கெடாது செயலாற்றுபவை (Fool proof) என்று சொல்ல முடியாது; ஏனெனில், ஒருவர் குறிப்புக்களை எழுத்துக்கெழுத்து பின்பற்ற வேண்டுமாயின் ஒரு பாடத்தைப்பற்றிய சங்கடங்களைச் சிறிதேனும் அறிந்து கொள்ள முடியாது.

இந்த ஆய்கருவி ஒரு குட்டையான மரத்தாலான கால்வாயைக் கொண்டது; இக் கால்வாய் எல்லாச் சோதனைகட்கும் ஓர் அடித்



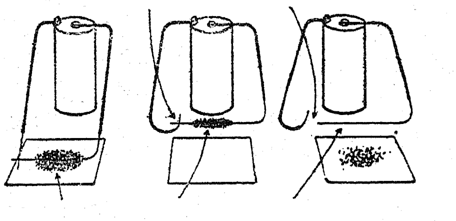
தளமாகச் செயற்படுகின்றது; பள்ளத்தில் ஓரளவு நன்றாகப் பொருந்தக்கூடிய ஒரு கம்பிச் சுருளைச் சுற்றுவதற்குரிய சதுரமான முனையை யுடைய அந்தக் கால்வாய், ஒரு சில மின் கோடிகள், தகரத் துண்டுகள் முதலியவையும் மோர்ஸ் ஒலிப்பான், ஒலிக் கருவி, மணிகாட்டி (Bell indicator), மின் காந்த எதிர்ப்பு அளவு கருவி, மின்காந்தக் கவர்ச்சி அளவு கருவி ஆகியவற்றை இயற்றுவதற்குத் தேவை யானவை.

கம்பிச் சுருள் நடுவில் துளைகளைக்கொண்ட இரண்டு சதுரமான மரத்தாலான முனைத் துண்டுகளாலானது. இந்த இரண்டு மரத் துண்டுகளும் இத்துளைகளில் ஒட்டப்பெற்ற அட்டைக் குழலொன்றால் இணைக்கப்பெறு கின்றது.

கொண்டை வெட்டப்பெற்ற ஒரு பழைய வண்டி போல்ட் ஆணி ஒரு வசதியான இரும்பு உள்ளகமாக (Iron core) அமைகின்றது.

2. மின்னோட்டத்தினின்றும் காந்தத் தன்மை:

நீளமான இரண்டு தாமிரக் கம்பித் துண்டு களை வெட்டி அவற்றின் முனைகளினின்றும் காப்பிடு பொருளை அகற்றுக. இந்தக் கம்பி களை ஓர் உலர்ந்த மின்கலத்துடன் இணைத்து திறந்த மேனியாகவுள்ள முனைகளைப் (Bare ends) படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அமைத்திடுக. சிறிதளவு இரும்புத் தூளை



ஒரு தாளின்மீது வைத்து, கம்பிகளின் திறந்த மேனியாகவுள்ள முனைகளில் ஒன்றினை அத் தாளினூடே செலுத்துக. இப்பொழுது மின் சுற்றினுள் மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்லட் டும்; விரைவாகக் கம்பியை உயர்த்தி இரும்புத் தூளை உற்றுநோக்குக; இப்பொழுது பற் றிணைப்பினைத் துண்டித்திடுக; இரும்புத்தூள் கம்பியினின்றும் கீழே விழுந்து விடும். நீண்ட நேரம் மின்கலத்தை இணைத்த நிலையில் விட்டு வைக்காதீர்கள்; இங்ஙனம் இணைக்கப்பெற்றால் அதிலுள்ள மின்னாற்றல் விரைவாக இறங்கிப் போய்விடும்.

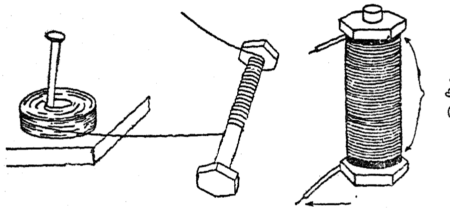
3. மின்னோட்டத்தின் காந்த விளைவினைக் காட் டும் மற்றொரு முறை:

இரும்புத் தூளிற்குப் பதிலாக ஒரு காந்தத் திசைகாட்டியினை வைத்து மேற்குறிப்பிட்டுள்ள சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. திசை காட்டி கம்பிக்கு மேலும் கீழும் வைக்கப்பெறுங் கால் அதன் வேற்றுமையை உற்றுநோக்குக.

4. ஒரு போல்ட் ஆணியினைக் கொண்டு மின் காந் தத்தை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

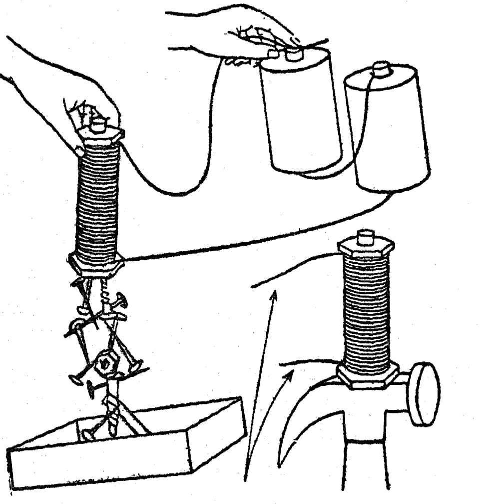
கிட்டத்தட்ட 5 செ.மீ. நீளமுள்ள ஒரு சுரையையும் திருகாணியை உறுதியாகப் பொருத்தும் இரண்டு வளையங்களையும் கொண்ட ஓர் இரும்பு போல்ட்டு ஆணியைக் கைவசப் படுத்துக. ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒரு வளையத்தை வைத்து போல்ட்டில் அந்தச் சுரையைத் திருகிவிடுக. இரண்டு வளையங் கட்குமிடையில் காப்பிடப்பெற்ற மணிக் கம்பி யின் அடுக்குகளைச் சுற்றுக; நீங்கள் கம்பியி னைச் சுற்றத் தொடங்கும்பொழுது 30 செ. மீ. நீளமுள்ள கம்பி வெளியில் விடப்பெற் றுள்ளதா என்பதை உறுதி செய்துகொள்க. இரண்டு வளையங்கட்குமிடையேயுள்ள போல்ட் டினைப் பல்வேறு அடுக்குகளைக்கொண்ட சுற்றுக்களால் நிரப்பியதும் மீண்டும் 30 செ.மீ. நீளமுள்ள கம்பியினை நீட்டவிடுக; இப் பொழுது கம்பியினை வெட்டி விடுக. கம்பியின் இரு முனைகளையும் ஆணியின் இரு கோடி களுக்கருகிலிருக்குமாறு முறுக்கி விட்டு, அதன் பிறகு கம்பி பிரிந்துகொள்ளாமலிருக்கும் பொருட்டு ஆணியின் இரு முனையிலும் நாடா வினைச் சுற்றுக. கம்பியின் இரு முனைகளிலு முள்ள காப்பிடு பொருளை நீக்குக. இரண்டு உலர்ந்த மின் கலங்களைத் தொடர் அடுக்கு-இணைப்பு முறையில் இணைத்து உங்களுடைய மின் காந்தத்தை அவற்றுடன் பொருத்துக. சில இணைப்பு ஆணிகளையும் வேறு ஆணிகளை

யும் காந்தத்தால் பொறுக்குக. ஆணிகள் இணைந்த நிலையிலிருக்கும்பொழுது பாட்டரியி



காப்பிடு பொருள்
நீக்கப்பட்டது

னின்றும் ஒரு கம்பியின் தொடர்பை நீக்குக. இரும்பு அல்லது எஃகினாலான வேறு பொருள்

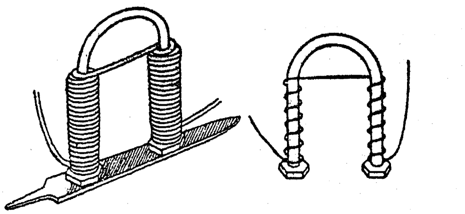


பாட்டரிக்கு

களைப் பொறுக்குக. மின்னோட்டம் சென்று கொண்டிருக்கும்பொழுது ஒரு திசைகாட்டியைக் கொண்டு காந்தத்தின் ஒவ்வொரு முனையிலுமுள்ள துருவங்களைச் சோதித்திடுக.

5. ஒரு குதிரை-இலாட காந்தத்தை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

ஒரு மெல்லிய போல்ட்டு அல்லது சுமார் 5 மி. மீ. குறுக்கு விட்டமும் 30 செ.மீ. நீளமுமுள்ள ஓர் இரும்புக் கம்பியைக் கைவசப்படுத்துக. இதனை ஆங்கில எழுத்து U போல் வளைத்திடுக. இந்தக் காந்தத்தின் ஒவ்வொரு புயத்திலும் மணிக் கம்பியைப் பல அடுக்குகளைக் கொண்ட ஒரு கம்பிச் சுருளாகச் சுற்றுக; படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அதன் வளைந்த பகுதி தனியாக இருக்கட்டும். ஒரு புயத்தின் ஒரு முனையில் தொடங்குக. இணைப்புகட்காக சுமார் 30 செ. மீ. நீளமுள்ள கம்பி வெளியே நீட்டிக்கொண்டிருக்குமாறு விட்டுவிடுக. இந்தத் துருவத்தின்மீது சுமார் மூன்று அடுக்குகளைச் சுற்றி அதன் பிறகு கம்பியை உச்சியின் குறுக்கே அடுத்த முனைக்குக் கொண்டு செல்க; விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இந்தத் துருவத்தால் மிகச் சரியாகக் கம்பியைச் சுற்றுக. இந்தத் துருவத்தில் சுமார் மூன்று அடுக்குகள் கம்பியினைச் சுற்றுக. கம்பியைச் சுற்றும் செயலை முடித்ததும் கம்பி பிரிந்துகொள்ளாமலிருக்கும்பொருட்டு கம்பியின்மீது நாடாவினைச் சுற்றுக. கம்பிச்



சுருளின் முனைகளினின்றும் காப்பிடு பொருளையகற்றி, அவற்றை இரண்டு உலர்ந்த மின் கலங்களுடன் இணைத்து, மின் காந்தத்தின் துருவங்களைச் சோதித்திடுக. ஒன்று வட துருவமாகவும் மற்றொன்று தென் துருவமாகவும் இருத்தல் வேண்டும். இரண்டும் ஒரே துருவத்துவத்தைக் (Polarity) கொண்டிருப்பின், நீங்கள் இரண்டாவது கம்பிச் சுருளைத் தவறான திசையில் சுற்றிவிட்டீர்கள். இப்பொழுது கம்பிச் சுருளைப் பிரித்து அதனை எதிர்த் திசையில் சுற்றுவது இன்றியமையாததாகின்றது.

காந்தத்தைக்கொண்டு பல்வேறு பொருள்களைப் பற்ற முயலுக. இந்த மின் காந்தத்தின் வலுவினை நீங்கள் இயற்றின நேர் காந்தத்தின் வலுவுடன் ஒப்பிடுக.

6. மின் காந்தத்தின் வலுவினை எங்ஙனம் அதிகரிக்கச் செய்வது? :

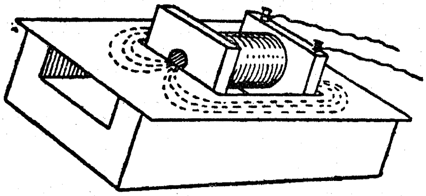
ஒரு நேரான இரும்பு போல்ட்டின்மீது 100 சுற்றுக்கள் ஒரு மணிக் கம்பியினைச் சுற்றுக.

காந்தத்தின் முனைகளை ஓர் உலர்ந்த மின் கலத்துடன் இணைத்து அந்தக் காந்தத்தைக் கொண்டு எத்தனை ஆணிகள் பற்றப்பெறுதல் கூடும் என்பதைக் கணக்கிடுக. இங்ஙனம் மூன்று முறை செய்து இந்தக் காந்தம் ஒரு மின் கலத்தைக்கொண்டு பற்றும் ஆணிகளின் சராசரி எண்ணிக்கையை எடுத்துக் கொள்க. அடுத்து இரண்டு மின் கலங்களை இணைத்து இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்க. இப் பொழுது ஆணிகளின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிடுக. காந்தத்தின் வழியாகச் செல்லும் மின்னோட்டத்தை அதிகரிக்கச் செய்வதால் காந்தத்தின் வன்மை எங்ஙனம் பாதிக்கப் பெறுகின்றது ?

அடுத்து, அதே திசையில் காந்தத்தின்மீது மற்றொரு 100 சுற்றுக்கள் கம்பியினைச் சுற்றுக. அதனை ஒரு மின்கலத்துடன் இணைத்து அஃது எத்தனை ஆணிகளைப் பற்றுகின்றது என்பதை காண்க. இச் சோதனையை மூன்று முறை திரும்பத் திரும்பச் செய்து சராசரி எண்ணிக் கையை எடுத்துக்கொள்க. ஒரு மின் கலத்துட னும் 100 சுற்றுக்கள் கம்பியினைக்கொண்ட ஒரு காந்தத்துடனும் பற்றின ஆணிகளின் எண் ணிக்கையுடன் இந்த எண்ணிக்கையை ஒப் பிடுக. கம்பியின் சுற்றுக்களை அதிகரித்தலால் காந்தத்தின் வன்மை எங்ஙனம் பாதிக்கப்பெறு கின்றது? ஒரு மின் காந்தத்தின் வலுவினை அதிகரித்தல்பற்றிய விளக்கத்தினைத் தருக.

7. கம்பிச் சுருளின் காந்தப்புலத்தை எங்ஙனம் ஆராய்வது ?:

இந்தப் பிரிவில் முதல் சோதனையில் செய் யப்பெற்ற ஆய் கருவியினைப் பயன்படுத்துக.

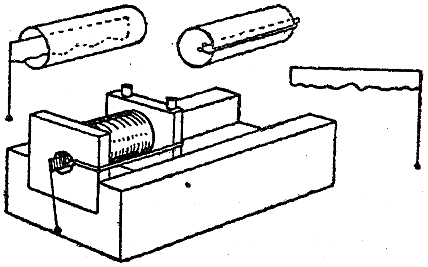


ஒரு சதுரமான துளை வெட்டப்பட்ட ஓர் அஞ்சல் அட்டை கம்பிச் சுருள் அதனூடே செல்லுவதற்குத் துணையாக உள்ளது. அட்டை ஒரு தட்டாகச் செயற்படுகின்றது; இரும்புத் தூள் படங்களை (Iron filing maps) இயற்றுவ தைக்கொண்டு, கம்பிச் சுருளில் வெவ்வேறு உள்ளகங்களைப் பயன்படுத்துவதால் உண்டா கும் விளைவு ஆராயப்பெறலாம்.

8. எங்ஙனம் எதிர்ப்பு அளவு கருவியினை (Repulsion) இயற்றுவது ?:

இந்தப் பிரிவில் முதல் சோதனையில் இயற் றப்பெற்ற கருவித் தொகுதியினைப் (Equipment) பயன்படுத்துக.

கிட்டத்தட்ட 4×5 செ.மீ. அளவுள்ளதும் ஒரு முனையில் பற்றுசினால் இணைக்கப்பெற்ற ஒரு கம்பியுடன் கூடியதுமான தகரக் குவளை அளவு கருவியின் 'இயக்கத்திற்குத்' தேவைப் படுகின்றது. கம்பியின் நுனியிலுள்ள ஒரு சிறு பற்றுசுக் குண்டு அளவு கருவியின் புவி-யீர்ப் பினைக் கட்டுப்படுத்தும் சாதனமாகச் செயற் படுகின்றது.

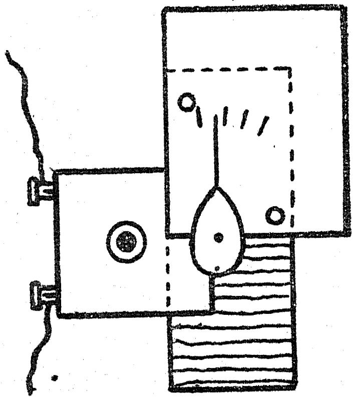


மின்னோட்டம் செலுத்தப்பெறுங்கால் கம்பிச் சுருள் காந்தமாக்கப்பெறுகின்றது. நிலைத்த பகுதியும் அசையும் பகுதியும் ஒரே திசையில் காந்தமாக்கப்பெறுகின்றன; இத னால் எதிர்ப்புச் செயல் (Repulsion) நிகழ்கின் றது. நிலைத்த பகுதி என்பது ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையால் சரியான நிலையில் வைக்கப்பெற் றுள்ள ஒரு மென்மையான இரும்புக் கம்பியா கும். அது 0.5 ஆம்பியர் அளவினைக் காட்டும்; இந்த அளவு, கம்பியினையும் பயன்படுத்தப் பெற்ற உலோகத்தின் காந்தப் பண்புகளையும் பொறுத்தது.

9. எங்ஙனம் கவர்ச்சி அளவு கருவியினை (Attraction meter) இயற்றுவது? :

இந்தப் பகுதியில் முதல் சோதனையில் இயற்றப்பெற்ற கருவித் தொகுதியினைப் பயன் படுத்துக.

இந்த ஆய்கருவியில் முன்போலவே கம்பிச் சுருள் பொறுத்தப்பெறுங்கால் வாய் அதன் பக்கத்தில் அமைக்கப்பெறுகின்றது. இரும்பு உள்ளகம் உள்ளே செலுத்தப்பெற்று மின்னேட்டம் செலுத்தப்பெறுகின்றது. கட்டையின் முனையில் செலுத்தப்பெற்றுள்ள குண்டூசியில் சுழலுமாறு அமைக்கப்பெற்றிருக்கும் பேரிக்காய் வடிவுள்ள ஒரு தகரக் குவளையை இந்த உள்ளகம் கவர்கின்றது. உலோகத்தின் நுனியில் பற்றுசு வைத்து பிணைக்கப் பெற்றுள்ள ஒரு மெல்லிய கம்பி ஒரு குறி முள்ளாகச் செயற்படுகின்றது; ஓவியத் தட்டூசிகளால் சரியான நிலையில் பொருத்தப்பெற்றுள்ள ஓர் அட்டைத் துண்டின்மீது அளவுக் கோடுகள் குறிக்கப்பெறலாம்.



இவை மேற்குறிப்பிட்ட உறுப்புக்களினின்றும் ஒன்று சேர்க்கப்பெறக்கூடிய ஒரு சில பொறியமைப்புக்களாகும். 12 வயதுள்ள சிறுவன் இன்னும் அதிகமானவற்றைக் கண்டறிதல் கூடும்; அவை மின்சாரச் சைகைக் கருவி, உறிஞ்சும் சட்டம், அஞ்சல் கருவி முதலியவை.

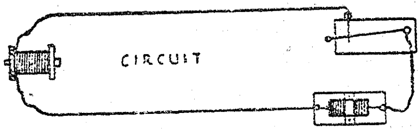
10. தந்திச் சாவியினையும் ஒலிப்பானையும் இயற்றுவதெங்ஙனம் ?:

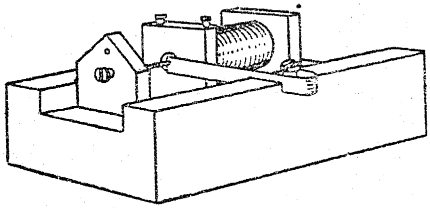
மீண்டும் இப் பிரிவில் முதல் சோதனையில் இயற்றப்பெற்ற கருவித் தொகுதியினையே பயன்படுத்துக.

கிடைக்கக்கூடிய எந்தக் கம்பியினின்றும், கம்பிச் சுருள் முதலில் சுற்றப்பெறுதல் வேண்டும்; அதன் முனைகள் மின் கோடிகளின் கீழ் இணைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

முற்றுப்பெற்ற கம்பிச் சுருள் ஒரு பள்ளத்தில் வைத்து அமுக்கப்பெற்று ஓர் இரும்பு உள்ளகம் அதனுள் செலுத்தப் பெறுகின்றது; தேவைப்பட்டால் ஒரு தாளினைக்கொண்டு ஆப்பு அடித்து அதனை அசையாது அமைத்திடுக.

அதன் பிறகு கிட்டத்தட்ட 10 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு தகரக் குவளையின் துண்டு கால்வாயின் ஓரத்தில் வைத்து வாள்வெட்டுக்களாக (Saw cuts) அமுக்கப்பெற்று ஒரு மின் கோடியால் பிணைக்கப்பெறுகின்றது. தன்னுடைய அடித்துளையில் ஒரு மின் கோடியைக்கொண்ட முனைப் பகுதிகளுள் ஒன்று ஓர் ஒலிப்பானுகச் செயற்படும்.





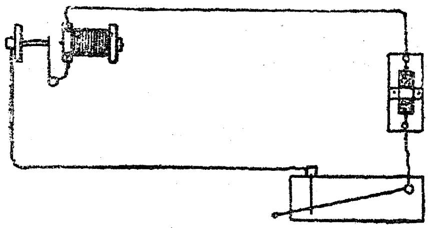
மின் பொத்தான் அமுக்கப்பெறுங்கால், கம்பிச் சுருள் ஒரு காந்தமாகின்றது; தகரக் குவளையின் துண்டு உலோக உள்ளகத்தை ஒரு 'கிலிக்' ஒலியுடன் தாக்குவதற்கு முன்னேக்கி இழுக்கப்பெறுகின்றது ; மின் பொத்தானை விடுவித்தலால் அது திரும்பவும் பின்னேக்கிப் பாயும்பொழுது அஃது ஒரு 'கிலிக்' ஒலியுடன் மின் கோடியின் முனையில் தாக்குகின்றது.

11. மின் ஒலிக் கருவியினை (Buzzer) எங்ஙனம் இயற்றுவது ?:

இந்தப் பிரிவில் முதலாவது சோதனையில் இயற்றப்பெற்ற கருவித் தொகுதிகளைப் பயன்படுத்துக.

மின் சுற்றினைச் சிறிதளவு எளிய முறையில் திருப்பியமைத்தலால் ஒலிப்பான் (Sounder) ஒலிக் கருவி ஆகின்றது. விரைவில்

பற்றிணைப்புக்கள் சிக்கிக் கொள்ளுகின்றன; ஒரு பேனாக் கத்தியைக்கொண்டு அவற்றைச்

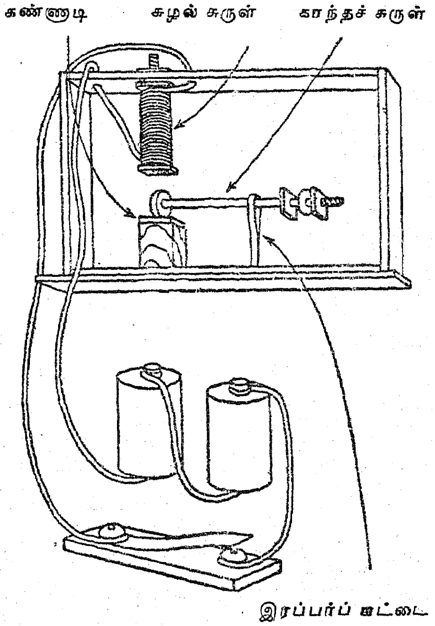


சுரண்டுவது இன்றியமையாததாகின்றது.

12. சுருட்டுப் பெட்டித் தந்தியையும் ஒரு சாவியையும் எங்ஙனம் இயற்றுவது ?:

6·5லிருந்து 8 செ.மீ.வரை நீளமுள்ள ஒரு போல்ட்டு ஆணியின்மீது 75லிருந்து 100 சுற்றுக்கள்வரை நேர்த்தியாக அமைக்கப்பெற்ற காந்தக் கம்பி கம்பிச் சுருளாகத் துணைபுரியும். மரையுள்ள முனையில் இரண்டு சுரைகட்கும் பெட்டியின் கனத்திற்கும் தேவையான அளவு நீளத்தை விட்டு விடுக; இதனால் கம்பிச் சுருள் பெட்டியின் இணைக்கப்பெறுதல் கூடும். 5 மி.மீ. குறுக்கு விட்டத்தையும் ஓர் உருண்டையான கொண்டையையும்கொண்ட ஒரு 10 செ.மீ. நீளமுள்ள போல்ட்டு ஆணிச் சுழல் சுருளுக்கு (Armature) மிகவும் பொருத்தமானது. பெட்டியின் பின்புறத்தில் பொருத்தப்பெற்ற ஒரு திருகு காதினைக்கொண்டு (Screw-eye) இந்த ஆணியை அதன் கொண்டை, கம்பிச் சுருளின் அடிப்புறம்வரையிலும் நீட்டிக் கொண்டிருக்குமாறு இரண்டு சுரைகட்கும் இடையில் தாங்கச் செய்க. ஒரு சிறிய சாளரக் கண்ணாடி பதிக்கப்பெற்ற ஒரு மரக்கட்டை பயன் விளையத்தக்க ஒரு பட்டைக் கல்லாக அமைகின்றது. இந்தப் பட்டைக் கல்லைப் பெட்டியுடன் இறுகப் பிணைத்திடுக. வெப்பமான முத்திரை அரக்கு இரண்டு செயல்கட்கும் மிகச் சிறந்ததாகும். எனினும், எந்தக் கோந்தும் இதற்குப் போதுமானது. சுழல் சுருளின் முனைக்கு 3 மி. மீ.க்குக் குறையாமல் நடுவெளியிடம் இருப்பதற் கேற்றவாறு பட்டைக் கல்லின் உயரம் இருத்தல் வேண்டும்; இதற்கு மேல் மிகச் சிறிய அளவு கூட மிகுதியாதல் கூடாது. மின்னோட்டம் துண்டிக்கப்பட்டபிறகும் சுழல் சுருள் காந்தத்துடன் ஒட்டிக்கொள்ள நாடி நின்றால் அதனினின்றும் சுழள் சுருளை இழுத்து அகற்றுதல் வேண்டும்; இப்பொழுது இதனை ஒரு வில் செயற்படுத்தும். ஓர் இரப்பர்ப் பட்டை இதற்கு மிக நன்றாகச் செயற்படும். அப்பட்டையைச் சுழல் சுருளின் முனையின்மீது நுழைத்து அதனைப் பெட்டியுடன் ஒரு பெருவிரல் ஆணியினைக் கொண்டு பிணைத்திடுக. சுழல் சுருள் காந்தத்துடன் ஒட்டிக்கொள்வதினின்றும் தடுப்பதற்கேற்றவாறு போதுமான இழுவிசையை அதற்குத் தருக.

இப்பொழுது நீங்கள் ஒரு சாவியைக் கூட்டுவிப்பதற்கு ஆயத்தமாக இருக்கின்றீர்கள். கிட்டத்தட்ட 15·5 செ. மீ. நீளமும், 8 செ. மீ. அகலமும் 0·5 செ.மீ. கனமும் உள்ள ஒரு சிறிய பலகையைக் கைவசப்படுத்துக. ஒரு குவளையினின்றும் 2·5×13 செ. மீ. அளவுள்ள ஓர் உலோகத் தகட்டினை வெட்டுக. ஓர் உப்புத்தாள் அல்லது எஃகுக் கம்பள இழையினைக் கொண்டு அதனை நன்றாகத் தேய்த்து அதன்



மேற்பரப்பின்மீதுள்ள துரு அல்லது அழுக்கினை அகற்றுக. கடிகார வில்லின் ஒரு துண்டும் இச் செயலுக்கு மிகவும் சிறப்பாக அமைகின்றது. ஒரு பெரிய ஆணியை ஒரு சுத்தியைக்கொண்டு வேகமாக அடித்து அதில்

துளைகள் இடப்பெறலாம். கட்டையின் ஒரு முனையில் ஒரு திருகாணியை அமைத்து அதன் மறு முனையில் இந்த உலோகத்தினை இணைத்திடுக; இந்த ஏற்பாட்டினால் உலோகம் திருகாணியின் கொண்டையின்மீது அமுக்கப் பெறுங்கால், அஃது இடைவெளியைப் பாலம் போல் ஒன்றுசேர்க்கின்றது.

படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு, உங்களது தந்தி ஒலிப்பான், இரண்டு மின் கலங்கள், சாவி இவற்றைத் தொடர் அடுக்கு இணைப்பு முறையில் இணைத்திடுக. இப்பொழுது நீங்கள் செய்தி அனுப்ப ஆயத்தமாக இருக்கின்றீர்கள். சாவியை அதிரச் செய்து நீங்கள் தொடர்ச்சியான 'கிலிக்' ஒலியை அடையாவிடில், ஒன்று உங்கள் இணைப்புக்கள் தளர்ச்சியானவையாக இருத்தல் வேண்டும்; அல்லது இரப்பர்ப் பட்டை சரியாக ஒழுங்கு படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும்.

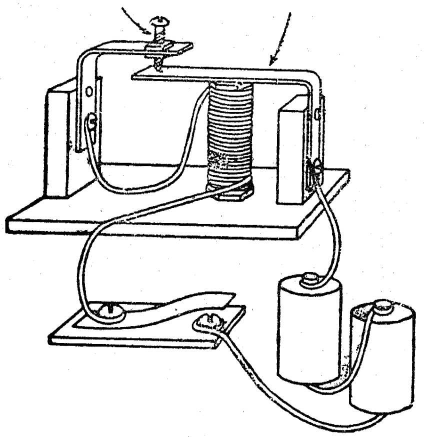
13. ஒலிக் கருவியை (Buzzer) இயற்றுவதில் மற்றொரு வழி:

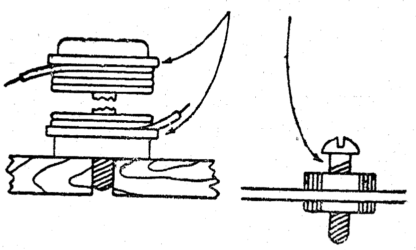
ஒலிக் கருவி தந்திக் கருவியினைப் போன்றதே. இரண்டிற்கும் ஒரே ஒரு வேற்றுமை உண்டு. நீங்கள் மின் சுற்றினை மூடும் பொழுது ஒலிக் கருவி 'கிலிக்' என்ற ஒலியினைத் தருவதற்குப் பதிலாக அஃது இரைச்சலிடும் ஒலியினை உண்டாக்குகின்றது. நீங்கள் சாவியை அமுக்கும்பொழுது அது தானாகவே வினாடிக்குப் பல தடவை மின் சுற்றினை இணைத்துக்கொண்டும் துண்டித்துக்கொண்டும் இயங்குமாறு அஃது அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. இரைச்சல் ஒலியினை உண்டாக்குவதற்கேற்ப சுழல் சுருள் அதிர்வடைகின்றது; நீங்கள் சாவியை அமுக்கிக்கொண்டிருக்கும் வரையில் இந்த ஒலி தொடர்ந்து ஒலித்துக் கொண்டேயுள்ளது. குறியீட்டினை (Code) அனுப்புவதற்கு ஒலிக் கருவி மிக நன்றாக அமைகின்றது; ஒரு குறுகிய ஒலி 'புள்ளி'யையும் (Dot), ஒரு நீண்ட ஒலி 'கீற்றினையும்' (Dash) உணர்த்துகின்றன. அது வானொலிக் குறியீட்டினைப்போல் ஒலிக்கின்றது; ஆகவே அது வானொலிமூலம் அனுப்புவதற்கும் பெறுவதற்கும் கற்றுக் கொள்வதற்குத் தந்திக் கருவியை விடச் சிறந்ததாகின்றது.

அடித்தளத்திற்கும் ஏற்றி அமைப்பதற்கும் முறையே 13×15·5 செ.மீ., 5×5 செ. மீ., 57×·5 செ.மீ. அளவுகளுள்ள மூன்று பலகைத் துண்டுகளை வெட்டுக. காந்தத்தைப் பிடித்துக் கொள்வதற்காக அடித்தளப் பலகையின் ஓரத்திலிருந்து சுமார் 6·5 செ.மீ தூரத்தில் போல்ட்டு ஆணியை விடச் சற்று சிறிதாக இருக்குமாறு ஒரு துளையிடுக. காந்தச் சுருளுக்காக ஓர் இரும்புக் கடையினின்றும் 8 செ. மீ.× 4 மி.மீ. அளவுள்ள ஒரு போல்ட்டு ஆணியைக் கைவசப்படுத்துக. கம்பியையும் ஒரு சுரையையும் பிடித்துக்கொள்வதற்காக இரண்டு வளையங்களைக் (Washers) கழுத்துப் பட்டைகளாக (Collars) அதன்மீது வைத்திடுக; இவ்வாறு அமைத்திடுங்கால் ஆணியின் மரையிட்ட முனையில் 1·5 செ.மீ.க்கு மேல் நீளமுள்ள பகுதியை விட்டுவிடுக. ஒரு மணிக் கம்பியின் முனைகளில் 45 செ.மீ. நீளங்களை விட்டு அதனை மிக அழகாக 100 சுற்றுக்களைச் சுற்றுக. இறுதிச் சுற்றில் கம்பி பிரிந்து கொள்ளாதிருக்கும் பொருட்டு அதனைக் கட்டுக; அல்லது அதன் மீது ஒரு நாடாவினைச் சுற்றுக. இப்பொழுது தயாரிக்கப்பெற்ற துளையில் கம்பிச் சுருளைத் திருகி உறுதியான முறையில் ஏற்றி அமைத்திடுக.

அதிரும் உறுப்பிற்கு 10·5 செ.மீ. நீளமும் 2 செ. மீ. அகலமும் உள்ள ஒரு மெல்லிய இரும்புத் தகட்டினை அதன் ஒரு புயம் 7.5 செ.மீ. இருக்குமாறு செங்கோணத்தில் வளைத்திடுக. கடிகாரத்தின் மென்மையாக்கப்பெற்ற வில் துண்டு இதற்கு மிகவும் சிறந்தது. இவ்வாறு மென்மையாக்குவதற்கு அதனைச் செந்தழல் நிலைக்குச் சூடாக்கி மெதுவாகக் குளிர விடுக. இத் துண்டினை ஒரு மரக் கட்டையின் மீது வைத்து அதன் குட்டையான புயத்தில் ஒரு பெரிய ஆணியையும் ஒரு சுத்தியையும் கொண்டு இரண்டு துளைகளை இடுக. இத் துண்டினை மரையாணிகளைக்கொண்டு சிறிய மரக் கட்டையில் இணைத்து, மரக்கட்டையை அடித்தளத்துடன் ஆணியடித்துப் பிணைத்திடுக. காந்தத்திற்கு மேல் அதிரும் உறுப்பு 3 மி. மீ.க்கு அதிகமாகாமல் இருக்குமாறு கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும். அங்ஙனம் அது மிகச் சரியாக இராவிட்டால் அதிரும் உறுப்பினை வளைத்துச் சரிபடுத்திக் கொள்ளலாம்.

தொடர்பு கொள்ளும் இடத்திற்கு, சுமார் 2·5 செ.மீ நீளமும் 6 மி. மீ. குறுக்களவுமுள்ள ஒரு சிறிய பித்தளை போல்ட்டு ஆணியையும் அதற்குப் பொருத்தமான இரண்டு சுரைகளையும், 5 செ. மீ. கோண இரும்புச் சட்டத்தினையும் கைவசப்படுத்துக. பித்தளை போல்ட்டினைக் கோண இரும்புச் சட்டத்திலுள்ள துளைகளில் ஒன்றில் பொருத்துக. இந்தக் கோண இரும்புச் சட்டத்தினை மரையாணிகளைக்கொண்டு 5×7·5 செ. மீ. அளவுள்ள மரக் கட்டையின் மீது ஏற்றுக; இங்ஙனம் அமைத்துக் கட்டையை அதன் நிலையில் பொருத்தும்பொழுது கோண இரும்புச் சட்டத்தின் படுக்கை வசத்திலுள்ள புயம் அதிரும் உறுப்பிற்கு மேல் சுமார் 1·5 செ. மீ. உயரத்தில் அமைந்திருக்குமாறு கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும்.



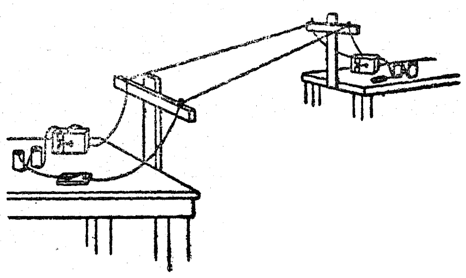


இப்பொழுது உங்களுடைய ஒலிக் கருவியினை (Buzzer) இரண்டு உலர்ந்த மின் கலங்களுடனும் நீங்களே அமைத்த சாவியுடனும் இணைத்திடுக. எல்லா இணைப்புக்களும் இறுக்கமாக உள்ளனவா என்பதையும், இணைப்புக்கள் உள்ள இடங்களில் கம்பிமுழுதும் காப்பின்றி இருக்கின்றதா என்பதையும் உறுதி செய்து கொள்க. சாவியை அமுக்குக; பற்றிணைப்பு மரையாணியைத் திருகி அஃது ஒலிக்குங் கருவியைத் தொடுமாறு செய்யும்பொழுது சாவியை அமுக்கிய நிலையிலேயே வைத்துக் கொள்க. அஃது அதிராவிடில் உப்புத்தாள் அல்லது எஃகு மயிரிழையைக் கொண்டு தொடும் புள்ளியின் மேற்பரப்பில் நன்றாகத் தேய்த்துத் துருவின்றிப் பளபளப்பாக்குக. அஃது அதிரத் தொடங்கியதும், பற்றிணைப்பு மரையாணியை நுட்பமாகச் சரிப்படுத்தியும், அதிரும் உறுப்பிற்கும் காந்தத்திற்கும் இடையில் உள்ள இடம் கிட்டத்தட்டத் தலையூண் கத்தி (Dinner knife)யின் கனத்தின் அளவு இருக்குமாறு அதிரும் உறுப்பினை வளைத்தும் நீங்கள் அதிரும் ஒலியினை மேம்பாடடையச் செய்யலாம்.

இப்பொழுது நீங்கள் குறியீட்டினைப் பயிலலாம். பல ஒலிக் கருவிகள் செய்யப்பெற்றால், நீங்கள் அவற்றை ஓர் அறையிலுள்ள மின் சுற்றில் இணைக்கலாம்; அல்லது இரண்டு வீடுகட்கும் இடையில் குறியீட்டுச் செய்தியை அனுப்பலாம்.

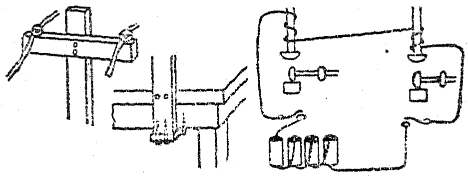
14. இரு-வழி தந்தி அமைப்பினை எங்ஙனம் இணைப்பது? :

மேலே சோதனை-12இல் செய்யப்பெற்றுள்ளவை போன்ற இரண்டு தந்தி ஒலிப்பான்களையும் சாவிகளையும் நீங்கள் கைவசப்படுத்த



முடிந்தால், அடியிற் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள விளக்கப் படங்களைப் பின்பற்றி நீங்கள் இரு-வழி தந்தி அமைப்பினை இயற்றலாம்.

அனுப்புவதற்கு ஒரு சாவியினைப் பயன்படுத்துங்கால், மற்றொரு சாவியினை அதனுள் மின்



னோட்டம் செல்லுவதற்கேற்பப் பிணைத்து விட வேண்டும்.

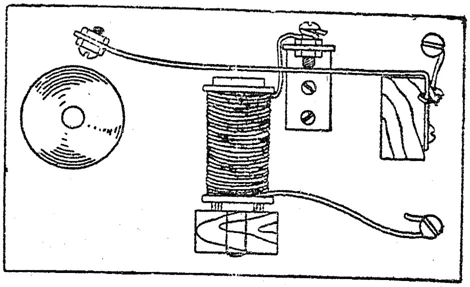
15. எங்ஙனம் மின்சார **மணியினை இயற்று** வது? :

நீங்கள் விளக்கப் படங்களை நன்கு ஆராய்ந்தால், உலர்ந்த மின் கலங்களில் மிக நன்றாக அடிக்கக்கூடிய ஒரு மணியை அமைப்பதில் ஒரு சில பயனற்ற பொருள்களைச் சரிபடுத்திக் கொள்வது எவ்வளவு எளிது என்பதைக் காண்பீர்கள். அடித்தளத்திற்குச் சுமார் 18×13 செ.மீ. அளவுள்ள ஒரு பலகையும், காந்தத்தைப் பிடித்துக்கொள்ள 5×5 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு பலகையும், அதிரும் உறுப்பினைப் பிடித்துக்கொள்ள அதே அளவுள்ள மற்றொரு பலகையும் ஆக மூன்று பலகைகள் உங்கட்குத் தேவைப்படும். காந்தமாகப் பயன்படும் ஒரு 8 செ. மீ. அளவுள்ள போல்ட்டு ஆணியின் மீது 100 சுற்றுக்களுக்குக் குறையாமல் பருத்தி நூலால் காப்பிடப்பெற்ற காந்தக் கம்பி அல்லது மணிக் கம்பியினைச் சுற்றுக. சுற்றி முடிந்த பிறகு பல சென்டி மீட்டர் நீளங்களுள்ள கம்பிகள் இரண்டு முனைகளிலும் தனியாக இருக்குமாறு திட்டம் செய்து கொள்க. ஓர் உருளை அமைவதற்கு ஒரு சுரையையும் இரண்டு வளையங்களையும் (Washers) பயன்படுத்துக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு கட்டையுடன் காந்தத்தைப் பிணைப்பதற்கேற்பப் போல்ட்டு ஆணியில் குறைந்தது 1·5 செ. மீ. அளவு மரையுள்ள முனையைத் தனியே விட்டு விடுக. தகுந்த அளவு ஆணிகளைக் கொண்டு அடித்தளத்தின் மீது கிட்டத்தட்ட நடு மையத்தில் காந்தத்தை ஏற்றிப் பொருத்துக.

அதிர்வடையும் உறுப்பு அல்லது அடிக்கும் உறுப்பிற்கு 1·5 செ.மீ.க்குக் குறையாமல் அகலமுள்ள ஒரு 18 செ. மீ. நீளமுள்ள மென்மையாக்கப்பெற்ற கடிகார வில் மிகவும் சிறந்தது. உங்களூரிலுள்ள கடிகாரம் செப்பனிடுவோனிடமிருந்து ஒரு பழைய வில்லினை நீங்கள் எளிதில் பெறலாம்; அந்த வில்லின் ஒரு பகுதியைப் பழுக்கக் காய்ச்சுக. உங்களிடம் வாயு அடுப்பு இல்லாவிடில் சாதாரண அடுப்பின் வாயுச் சுவாலையில் இதனைக் காய்ச்சலாம். அது செந்நிறத் தழல் வடிவில் காய்ச்சப் பெற்றுள்ளதா என்று உறுதி செய்துகொண்டு அதன் பிறகு அதனை மெதுவாகக் குளிரவிடுக. இஃது அதிலுள்ள வில்லின் தன்மையை (வளைந்து நீளும் தன்மை) நீக்கி, காந்தத் தன்மையை வைத்திராததற்கேற்ப அதனை மென்மையாக்கி விடுகின்றது. ஒரு முனையின் மிக அருகில் ஒரு துளையினையும், மற்றொரு முனையருகில் 2·5 செ. மீ. இடைவெளியுடன் இரு துளைகளையும் இடுக. ஒரு முனையில் சுத்தியாகப் பயன்படுத்துவதற்கேற்ப இரண்டு சுரைகள் பொருத்தக்கூடிய ஒரு சிறிய மரையாணியை அமைத்திடுக. மற்றொரு முனையைக் கிட்டத்தட்ட 4 செ. மீ. தூரத்தில் செங்கோணமாக வளைத்து சிறிய மரையாணிகளைக்கொண்டு அதனை ஒரு மரக்கட்டையுடன் இணைத்திடுக; இந்த மரக்கட்டையை அடித்தளத்துடன் இணைத்திடுக. இறுதியாகச் சரிப்படுத்தும் பொழுது அதிர்வடையும் உறுப்பு காந்தத்தினின்றும் 6 மி. மீ. தூரத்திலிருக்குமாறு அஃது அமைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

தொடர்பு கொள்ளும் இடத்தில் ஒரு 2·5 செ.மீ. கோண இரும்பு தாங்கியாக மிக நன்கு பயன்படும்; சுமார் 10 மி. மீ. நீளமுள்ள, படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இரண்டு சுரைகளைக்கொண்டு ஒரு சிறிய பித்தளை போல்ட்டு ஆணி ஒரு திருப்திகரமான தொடர்பினை (Contact) உண்டாக்குகின்றது. இந்த அதிர்வு அடையும் உறுப்பினை அதன் சுத்தி முனையிலிருந்து சுமார் 9 செ. மீ. தூரத்தில் மரையாணிகளைக்கொண்டு இணைத்திடுக; மேலே விவரித்தவாறு அதிர்வு அடையும் உறுப்பு சரியான முறையில் ஒழுங்கு படுத்துவதற்கேற்ப இந்த இடம் பொருத்தமானதா என்பதைக் கவனித்துக் கொள்ள வேண்டும். இதனை அமைப்பதற்கு முன்னர் அதிர்வு அடையும் உறுப்பினைப் போதுமான அளவு வளைத்து காந்தத்தினின்றும் அகற்ற வேண்டும்; இங்ஙனம்

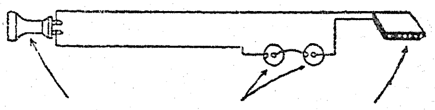
அகற்றுவதனால் தொடர்புள்ள இடம் அமைக்கப்பெறுங்கால், அதிர்வு அடையும் உறுப்பு சற்று உறுதியான அமுக்கத்துடன் அதனை அழுத்திக்கொண்டிருக்கும்.



சேண்டையை (Gong) அமைப்பதற்கு முன்னர் அடியிற்கண்டவாறு கம்பிகள் இணைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; தொடர்பிடங்கள் சரிப்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும்; கம்பிகளை இணைப்பதற்குரிய திட்டம் தெளிவாகக் காட்டப்பெற்றுள்ளது. இப்பொழுது இந்த அமைப்பினை இரண்டு உலர்ந்த மின்கலங்களுடன் இணைத்து தொடர்புள்ள இடத்தை உட்புறமோ வெளிப்புறமோ அமைத்து அதில் சரியான பொருத்தத்தைச் செய்திடுக. கடிகார வில் வலுவாக அதிர்வடைதல் வேண்டும். எல்லா இணைப்புக்களும் சரியாக உள்ளனவா என்பதையும், கடிகார வில் உப்புத் தாளைக் கொண்டு தேய்க்கப்பெற்றோ, வேறு முறையில் சுரண்டப்பெற்றோ அது தொடும் இடத்தை அமுக்கும் இடம் தூய்மையான உலோகமாக உள்ளதா என்பதையும் உறுதி செய்துகொள்க. தொடும் போல்ட்டு ஆணியின் முனை கூட உப்புத் தாளால் தேய்க்கப்பெறுதல் வேண்டும். சுத்தி அதிர்வடைந்து கொண்டிருக்கும் பொழுது சேண்டைக்குச் சிறந்த இடத்தைக் கண்டறிந்து அந்த இடத்தில் அடித்தளத்துடன் அதனைப் பிணைத்திடுக. ஒரு சிறிது வில்லை வளைத்தல், அல்லது தொடர்புள்ள இடத்திலுள்ள அமுக்கத்தை மாற்றுதல், அல்லது அதிர்வு அடையும் உறுப்பிற்கும் காந்தத்திற்கும் இடையிலுள்ள இடைவெளியை மாற்றியமைத்தல், அல்லது தொடர்புள்ள இடங்களைத் திரும்பவும் உப்புத் தாளால் தேய்த்தல்: இவை மணி செயற்படுவதை மேம்பாடடையச் செய்யும்.

16. எளிய தொலைபேசி வழியை எங்ஙனம் அமைப்பது?:

சுமார் 10 செ.மீ. சதுரமுள்ள இரண்டு தாமிரத் தகடுகளைக் கைவசப்படுத்துக. ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு துளையிட்டு சுமார் ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள மணிக் கம்பியுடன் இணைத்திடுக; கம்பியின் இரு முனைகளிலுமுள்ள காப்பிடு பொருளை அகற்றிய பிறகு இங்ஙனம் இணைத்திடுதல் வேண்டும். தாமிரத் தகடுகளுடன் கம்பியைப் பற்றுசு வைத்துப் பிணைத்திடுதல் மிகமிக நன்று. ஒரு பழைய உலர்ந்த மின் கலத்தினின்றும் கார்பன்-கோலினை அகற்றுக. அதனைச் சுமார் 5 மி. மீ. குறுக்களவுள்ள சிறு சிறு துண்டுகளாக உடைத்திடுக. கிட்டத்தட்ட ஒரே அளவுள்ள கார்பன் துண்டுகளைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. உங்கட்கு ஒரு சிறு கை அளவே தேவையாக இருக்கும். அடுத்து ஒரு சுருட்டுப் பெட்டியினையும் ஓர் எச்சரிக்கை மணியொலி தரும் கடிகாரத்தையும் (Alarm clock) கைவசப்படுத்துக. சுருட்டுப் பெட்டியின்மீது முகம் மேலிருக்குமாறு கடிகாரத்தை வைத்திடுக. ஒரு தாமிரத் தகட்டினை கடிகாரத்



ஒலி ஏற்கும் கருவி — பாட்டரி — தாமிரத் தகடுகளுக்கிடையே கார்பன் துண்டுகள்

தின்மீது வைத்திடுக. இத்தட்டினின்றும் கம்பியை தொடர் அடுக்கு இணைப்பு முறையில் இணைக்கப்பெற்றுள்ள இரண்டு உலர்ந்த மின் கலங்களுடன் இணைத்திடுக. தொலைபேசியின் ஏற்கும் கருவியினைப் பாட்டரியின் அடுத்த பக்கத்துடனும் மற்றொரு தாமிரத் தகட்டின் கம்பியுடனும் இணைத்திடுக. அடுத்து, கார்பன் துண்டுகளைத் தாமிரத் தகட்டின்மீது வைத்து அவற்றை அடுத்த தாமிரத் தகட்டினால் மூடுக. இப்பொழுது ஏற்கும் கருவியில் காதினை வைத்துக் கேட்டிடுக; நீங்கள் கடிகாரத்தின் 'டிக், டிக்' ஒலியினைக் கேட்பீர்கள். மேலேயுள்ள தாமிரத் தகட்டினை ஒரு சிறிது இப்புறமும் அப்புறமுமாக நகர்த்தி அதனை ஒழுங்குபடுத்த வேண்டியிருக்கும்.

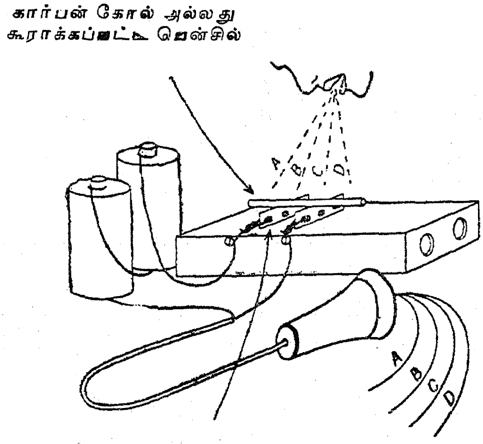
17. எங்ஙனம் எளிய தொலைபேசியின் அனுப்பும் கருவியினை இயற்றுவது? :

ஒரு கத்தியின் கூரிய முனையினைக்கொண்டு ஒரு சுருட்டுப் பெட்டியின் உச்சிப் பக்கத்தின் மேற்பரப்பின்மீது 4 செ.மீ. இடைவெளி விட்டு இரண்டு இணையான பள்ளங்களை வெட்டுக. ஒவ்வொரு பள்ளத்திலும் ஒரு சவரவாள் அலகின் பின்புறத்தை வைத்து அமுக்கிவிடுக. இதனால் சவரவாள் அலகுகள் இரண்டும் அசையாமல் அமைதல் வேண்டும். அவை அசையாது அமையாவிடில் அவற்றைச் சூடான முத்திரை அரக்கினைக்கொண்டு பொருத்துக. (அலகினைச் சூடாக்கி அதனை அரக்கின்மீது தேய்த்திடுக; அது சூடாக இருக்கும்பொழுதே தயாரிக்கப்பெற்றுள்ள பள்ளத்தில் அதனை வைத்து அழுத்துக.) இணைப்பதற்காக அலகுகளில் கம்பிகளை வைத்து முறுக்கி விடுக. இப்பொழுது ஒரு சிறிய பென்சிலை அதன் இரு முனைகளையும் கூராகச் சீவி அதனைச் சவரவாள் அலகுகளின் கூரிய முனைகளின் குறுக்கே வைத்திடுக. பென்சிலின் பின்புறம்வரையில் நன்றாகப் போதுமான அளவு கூராக்கப்பெற்றுள்ளதா என்பதை உறுதிசெய்து கொள்க; அஃதாவது, இதனால் பென்சிலின் ஆணி (Carbon)—கட்டைப் பகுதி அன்று—அலகுகளைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்க வேண்டும். இப்பொழுது உங்கள் தொலைபேசிஆயத்தமாகி விட்டது.

ஏதாவது ஒரு வசதியானஇடத்திலிருந்து ஒரு தொலைபேசியின் ஏற்கும் கருவியினைப் பெறுக. தொலைபேசிக் கம்பெனியில் யாராவது ஒருவர் உங்கட்கு அறிமுகம் ஆகியிருப்பின் அவர் மூலம் தள்ளுபடி செய்யப்பெற்ற கருவியொன்றினைப் பெறலாம். விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அக் கருவியை உலர்ந்த மின் கலங்களுடன் தொடர் அடுக்கு இணைப்பு முறையில் இணைத்திடுக.

இணைப்புக்களைச் சோதிப்பதற்கு ஏற்குங் கருவியைக் காதில் வைத்துக்கொண்டு பென்சிலை உயர்த்தியும், தாழ்த்தியும், அதனை அசைத்தும் அதன் நிலையை மாற்றுக. வானொலியில் கேட்கப்பெறும் நிலையமைதி சார்ந்த ஒலியினைப் போன்ற ஓர் ஒலியினை நீங்கள் கேட்பீர்கள்.

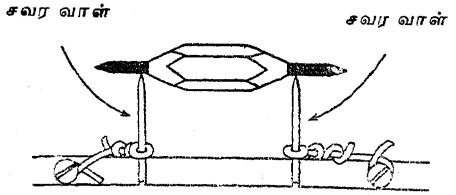
உங்கள் தொலைபேசியை குரலுக்கேற்பப் பொருத்தம் செய்வதற்குப் பெட்டியின்மீது ஒரு கடிகாரத்தை அமைத்திடுக; நீங்கள் ஏற்குங் கருவிமூலம் கேட்டுக்கொண்டேயிருக்கும் பொழுது நீங்கள் கடிகாரத்தின் 'டிக், டிக்' ஒலியை சாதாரணமாகக் கேட்பதைவிட உறைப்பாக இரண்டு அல்லது மூன்று தடவைகள் கேட்கும்வரை கோல் அல்லது பென்சிலின் நிலையைச் சரிப்படுத்துக. ஒரு கூருயர்வான நிலை தட்டுப்பட்டதும், கடிகாரத்தை அகற்றிவிட்டு பெட்டியினுள் நேராகத் தெளிவாகப் பேசுக. ஏற்கும் கருவியைக் காதில் வைத்துக்கொண்டுள்ள உங்கள் நண்பர் நீங்கள் சொல்லுவதைக் கேட்க வேண்டும். நீங்கள் ஒரு நீண்ட வழியைப் பெற்றிராவிடில் அவர் தமது மற்றொரு காதை மூடிக்கொள்ளத்தான் வேண்டும்.



சவர வாள்

இப்பொழுது நீங்கள் ஒரு சுருட்டுப் பெட்டியைக்கொண்டு உங்கள் குரலைத் திருப்பித் தரவும் அதனை ஒரு கம்பியின்மூலம் அனுப்பவும் செய்யவல்ல ஒரு மந்திரத்தையொத்த செயலை நிறைவேற்றி விட்டீர்கள். அஃது எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது என்பதைப் படத்தின்மூலம் விளக்க முயலுக. குரலின் காற்றலைகள் பெட்டி அதிர்வடையச் செய்கின்றன என்பதை நீங்கள் அனுபவத்தால் அறிகின்றீர்கள். நீங்கள் சில ஒலிகளை எழுப்புங்கால் உங்கள் விரல்களைப் பெட்டியின்மீது வைத்து அதிர்வுகளை உணர்க. பெட்டியின் இந்த அதிர்வு அடைதல் தான் பென்சிலைக் கடகடவென்று ஒலிக்கச் செய்கின்றது; அல்லது அதைப்போலவே

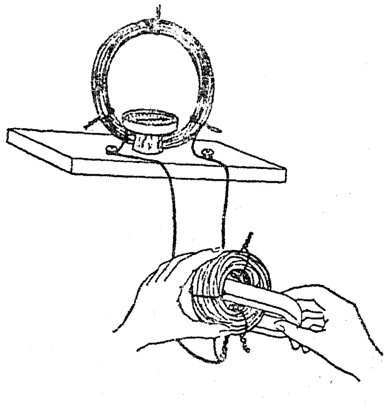
அதிர்வடையத் தூண்டுகின்றது. இது திரும்பவும் நிலையான மின்னோட்டத்தைத் தடைசெய்து அது ஏற்குங் கருவியின் மின் காந்தத்தின் வழியாகச் செல்லுங்கால் அதனை ஒழுங்காக விரிந்து சுருங்கச் செய்கின்றது. இஃது ஏற்குங் கருவி



யிலுள்ள இடைத் திரையைக் கடகடவென்று ஆடச் செய்து அல்லது அதிரச் செய்து இந்த வழியின் அடுத்த பக்கத்தில் பெட்டியைத் தாக்கின ஒலியலைகளைப்போன்ற ஒலியலைகளையே விளைவிக்கின்றன. பெட்டியைத் தேய்த்துக் கேட்டிடுக. பெட்டியின்மீது மணல் துணுக்குகளை விழச்செய்து தொலைபேசியின் மூலம் அவை பெட்டியைத் தாக்குவதைக் கேட்டிடுக. மேசையின்மீது கரகரப்பான ஒலியை விளைவித்து அதனைக் கேட்டிடுக. இச்சோதனைகள் மேற்குறிப்பட்ட விளக்கத்தை உறுதி செய்கின்றனவா?

18. காந்தத்தையும் கம்பிச் சுருளையும் கொண்டு மின்சாரத்தை உண்டாக்குதல்:

நீங்கள் மேலே B–பகுதியில் 4–வது சோதனையில் செய்த கூருணர்வுள்ள மின்னோட்டத்தை உணரும் கருவியினை (Sensitive current detector) இந்தச் சோதனையில் பயன்படுத்தத் தேவைப்படும். சுமார் 50 சுற்றுக்களுள்ள மணிக் கம்பிச்சுருள் ஒன்றினை மின்னோட்டத்தை உணருங் கருவியுடன் இணைத்திடுக; காந்தம் திசை காட்டிக்கு மிக அப்பால் இருப்பதற்கேற்றவாறு போதுமான நீளமுள்ள தொடர்புக் கம்பிகளை (Lead wires) விட்டு விடுக. கம்பிச் சுருளை ஒரு நிலைத்த குதிரை இலாடக் காந்தத்தின் ஒரு துருவத்தின்மீது அசையும்படி செய்க. திசை காட்டியின் குறிமுள்ளை உற்றுநோக்குக. இப்பொழுது துருவத்தினின்றும் கம்பிச் சுருளை அகற்றித் திசைகாட்டியின் குறிமுள்ளை உற்றுநோக்குக. காந்தத்தின் மற்றொரு துருவத்தின்மீது கம்பிச் சுருளை அசையுமாறு செய்க; பின்னர் நீக்குக. அடுத்து, கம்பிச் சுருளைப் பிடித்துக்கொண்டு அதனுள் காந்தத்தைத் திடீரென வேகமாக நுழைத்திடுக. காந்த விசைக் கோடுகள் ஒரு கம்பிச் சுருளால் எப்



பொழுது துண்டிக்கப்பட்டாலும் கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டம் உண்டாகின்றது.

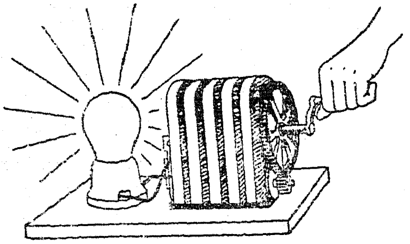
19. கையால் இயக்கப்பெறும் மின்னாக்கியினின்றும் மின்சாரம்:

ஒரு பழங்கால முறைச் சுவர் தொலைபேசியினின்றும் உங்கட்கு ஒரு காந்தக் கருவி தேவைப்படும். இந்த வகைத் தொலைபேசி இன்னும் சில பகுதிகளில் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. தொலைபேசிக் கம்பெனியில் பணியாற்றும் நண்பர் ஒருவர் இருப்பின் அவர்மூலம் யாதொரு விலையில்லாமலேயே ஒரு காந்தகருவியைப் பெறுவது சாத்தியமாகும்; ஏனெனில், அந்த வகைக் காந்தக் கருவிகள் நீக்கப்பெற்று நவீன வகைக் காந்தக் கருவிகள் அவையிருந்த இடங்களில் வைக்கப்பெறுகின்றன.

பெட்டியினின்றும் அந்தக் காந்தக் கருவியினை அகற்றி அதனை 15·5×30 செ. மீ. அளவுள்ள பலகையின் ஒரு முனையருகில் ஏற்றிப் பொருத்துக. அதன் அடுத்த முனையருகில் ஓர் ஒழுங்கான விளக்குக் கூட்டினைப் (Socket) பொருத்துக. இந்தக் கூட்டினை மின்னாக்கியின் மின் கோடிகளுடன் இணைத்திடுக. கூட்டில் ஒரு 10 வாட்-100 வோல்ட்டு மின் குமிழொன்றினை வைத்திடுக.

இப்பொழுது பொறி பயன்படுத்துவதற்குத் தயாராக உள்ளது. மாற்றச்சினைச்(Crank)சுற்றி விளக்கேற்றுக. அதனை மெதுவாகச் சுழற்றுக; விளக்கு மங்கலாக எரிகின்றது. அதனை வேக

மாகச் சுழற்றுக; விளக்கு பிரகாசமாக எரிகின்றது. ஏன்? உங்களுடைய கண்களை மூடிக் கொள்க; நீங்கள் சுழற்றும்பொழுது யாராவது



ஒருவர்மின் குமிழைக் கழற்றட்டும்; வைக்கட்டும். மாற்றச்சினைச் சுழற்றுவதற்கு நீங்கள் பயன்படுத்தும் முயற்சியின் (Effort) அதிர்வினைக் கொண்டே எப்பொழுது மின் குமிழ் எரிகின்றது, எப்பொழுது அஃது அணைகின்றது என்பதை நீங்கள் சொல்லக்கூடுமா? விளக்கு எரியுங்கால் சுழற்றுவதற்கு அதிகக் கடினமாக இருப்பதேன் ?

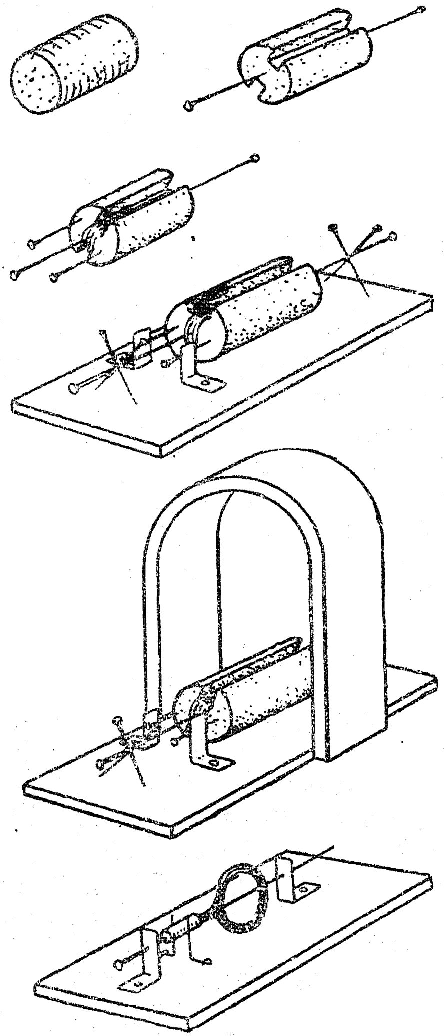
20. ஒரு குண்டூசி-தக்கை மோட்டாரை இயற்றுவது எங்ஙனம்? :

ஒரு சவரவாள் அலகினைக்கொண்டு ஒரு தக்கையினுள் வெட்டப்பெற்ற பள்ளத்தில் ஒரு மெல்லிய காப்பிடப்பெற்ற கம்பியினைச் சுற்றி இந்த மோட்டாரின் சுழல் சுருள் (Armature) செய்யப்பெறுகின்றது.

ஒவ்வொரு முனையிலும் ஒன்றுகச் செலுத்தப் பெற்ற இரண்டு குண்டூசிகள் அச்சாகச் செயற்படுகின்றன. வெறுமையான கம்பியின் முனைகள் வேறு இரண்டு குண்டூசிகளின் மீது சுற்றப்பெற்றுள்ளன; இக் குண்டூசிகள் மின் கோடிகளாகப் பயன்படுகின்றன; இவற்றின்மூலமாக மின்னோட்டம் கம்பிச் சுருளினுள் நுழைந்து அதனை விட்டு நீங்குகின்றது. மெல்லிய தகரம் அல்லது தாமிரத் தகடுகள் தூரிகைகளாக (Brushes)ப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன; அவை அடித் தளத்துடன் ஓவியக் குண்டூசிகளால் பிடித்துக்கொள்ளப்பெறுகின்றன.

இந்த அமைப்பின்மீது வைக்கப்பெற்றுள்ள ஒரு குதிரை இலாடக் காந்தம் மாதிரி உருவத்தை முற்றுப்பெறச் செய்கின்றது; இந்த மாதிரி உருவம் ஓர் உலர்ந்த மின் கலத்தால் இயக்கப்பெறுதல் கூடும்.

தக்கையின்றி ஒரு குண்டூசியை மட்டிலும் பயன்படுத்தி ஒரு சிறிய சுழல் சுருள் இயற்றப்



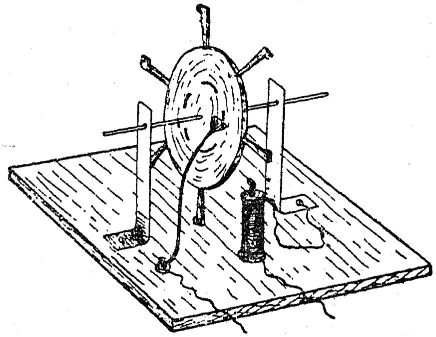
பெறுதல் கூடும். முதலில் கம்பி ஒரு பென்சிலைச் சுற்றிச் சுற்றப்பெற்று, ஒரு நூலினைக்கொண்டு ஒரு கொக்கியாகக் கட்டப்பெறுகின்றது. அவற்றின் முனைகளும் நூலினைக்கொண்டு ஒரு குண்டூசியின்மீது சுருட்டப்பெற்ற கோந்து தடவிய தாளுடன் பிணைக்கப்பெறுகின்றன; இந்தக் குண்டூசி ஒரு திசைமாற்றியாகத் (Commutator) துணைபுரிகின்றது.

வளைக்கப்பெற்ற சிறிய தகரத் துண்டுகள் தாங்கிகளாகச் செயற்படுகின்றன; மெல்லிய கம்பிகள் திசைமாற்றிக்கு மின்னோட்டத்தைக் கொண்டு செல்லுகின்றது; அங்கிருந்து அதனை வெளியேயும் கொண்டு செல்லுகின்றது.

21. கவர்ச்சி மோட்டாரை இயற்றுவது எங்ஙனம்? :

இந்த மோட்டாரில் ஒரு மெல்லிரும்புச் சுழல் சுருள் ஒரு மின்காந்தத்தால் கவரப்பெறுகின்றது. சுழல் சுருளுடன் ஒரு மின்னோட்டத் துண்டிப்பானை (Current breaker) இணைத்து தொடர்ந்த இயக்கம் பெறப்படுகின்றது; இதனால் மோட்டாரின் பல்வேறு பகுதிகள் வரிசை முறையாகக் கவரப்பெறுகின்றன. இதிலுள்ள இரும்புப் பகுதிகள் 7 செ. மீ. நீளமுள்ள 'வெட்டிய' ஆணிகளாகும்; சுழல் சுருளுக்கு ஆறும் மின் காந்தத்திற்கு ஒன்றும் தேவைப்படுகின்றன.

சுழல் சுருளை இயற்றுவதற்கு 6 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள மூன்று வட்டமான அட்டைத் துண்டுகளை வெட்டுக. அவற்றுள் ஒன்றில் ஆணிகளைப் பொருத்துவதற்குச் சம இடைவெளியுள்ள ஆறு ஆரச் சுவடுகளை (Slots) வெட்டி அதனுடன் மற்ற இரண்டு வட்டத் துண்டுகளையும் பக்கத்திற்கொன்றாகப் பசையினால் ஒட்டுக. இப்பொழுது சுழல்



சுருளில் 2 செ. மீ. ஆரமுள்ள ஒரு வட்டத்தைக் குறித்து அதன் பரிதியில் சம இடைவெளியுடன் செய்யப்பெற்ற 12 துளைகளின் வழியாக 18 படியளவை (Gauge) திறந்த மேனி தாமிரக் கம்பியினை நுழைத்திடுக. இவை ஆறு பற்றிணைப்புகட்கு இடந்தருகின்றன; தனியாகவுள்ள கம்பியின் முனையை அதனைச் சுற்றிச் சுற்றுவதால் இவை அச்சுடன் இணைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். ஒரு தையலூசி அச்சாகப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது.

ஒரு மின் காந்தத்தை அமைத்திடுவதில் கம்பிச் சுருளின் முனைத் துண்டுகளாகச் (End-pieces) செயற்படுவதற்கு இரண்டு வட்டமான அட்டைத் துண்டுகள் அல்லது பழைய குழாயின் இரண்டு திருகு பிடி வளையங்களின் (Tap washers) வழியாக ஓர் ஆணியைச் செலுத்துக. ஆணியின்மீது இரண்டு அடுக்குகள் காப்பிடப் பெற்ற மணிக் கம்பியினைச் சுற்றி முற்றுப்பெற்ற மின் காந்தத்தை அடித்தளப் பலகையாகப் பயன்படும் ஒரு பலகையினுள் செலுத்துக.

ஒரு சாதாரண குவளையினின்றும் வெட்டப் பெற்ற இரண்டு தகரத் துண்டுகளினின்றும் இரண்டு சுழல் சுருள் தாங்கிகளை இயற்றுக; ஒரு கூரிய ஆணியைக் கொண்டு அச்சு சுழல்வதற்கும் அடித்தளத்துடன் இணைத்திடுவதற்கும் இவற்றில் துளைகளை இடுக.

உறுப்புக்களை ஒன்று சேர்க்கும் முறை, வெறுமையான கம்பி தொடுகை துண்டிப்பானாக (Contact breaker) பயன்படுவது உட்பட ஏனைய விவரங்கள் ஆகியவற்றை ஓவியத்தினின்றும் கண்டுகொள்ளலாம்.

ஒரு மணி மாற்றி (Bell transformer) போன்ற மூலத்தினின்றும் தாழ்ந்த மின்னழுத்தமுள்ள இரு-திசை மின்னோட்டம் கிடைக்கப்பெற்றால் தொடுகை துண்டிப்பானே இல்லாதொழித்து விடலாம். அதன் பிறகு இரு-திசை மின்னோட்டம் நேராக மின் காந்தத்தினுள் அனுப்பப் பெறலாம்; சிறிது பயிற்சிக்குப் பிறகு, மின்னோட்டத்தின் திசை மாற்றங்களுக்கேற்ப அவற்றுடன் சரியாகப் பொருந்தும் வேகத்தில் சுழல் சுருள் சுழற்றப்பெறுதல் கூடும். இது மின் வழியிலுள்ள மின்சாரக் கடிகார மோட்டாரின் இயக்கத்தைத் தெளிவாக விளக்குகின்றது.

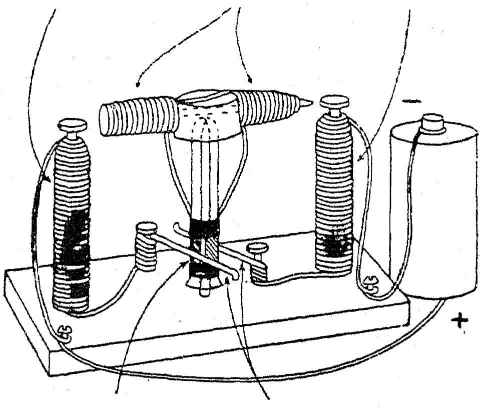
22. மற்றோர் எளிய மோட்டார் :

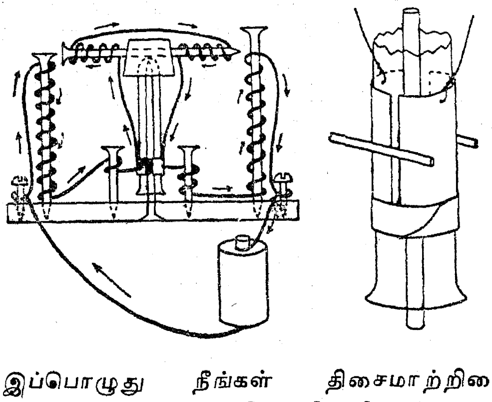
இந்த எளிய மாதிரி உருவம் உங்கட்கு உண்மையிலேயே மன நிறைவினைத் தரும். புலக் காந்தங்களையும் சுழல் சுருளையும் கிளர்ச்சியூட்டுவதற்கு இது பாட்டரியினின்றும் மின்னோட்டத்தைப் பயன்படுத்துகின்றது.

அடித்தளமாகப் பயன்படுவதற்கு 20×25·5 செ.மீ. அளவுள்ள ஒரு பலகையைத் தயாராக்

குக. அதன் மையத்தில் ஒரு சிறிய துளையிட்டு அதன் வழியாக ஒரு 15·5 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு பெரிய ஆணியைச் (அல்லது முளையைச்) செலுத்துக. 15 செ. மீ. நீளமுள்ள வேறு இரண்டு ஆணிகளின்மீது 100 சுற்றுக்கள் மணிக் கம்பியை ஒழுங்காகச் சுற்றுக; இவை ஒவ்வொன்றிலும் 30 செ. மீ. நீளமுள்ள கம்பியின் இரண்டு தனி முனைகளை விட்டு விடுக. இந்த இரண்டு பெரிய ஆணிகளையும் 15·5 செ. மீ. இடைவெளிவிட்டு அடித்தளத்தினுள் செலுத்துக. மையத்திலுள்ள ஆணிக்கு 5 செ.மீ. தொலைவில் மூலை விட்டத்தின்மீது இரண்டு சிறிய ஆணிகளைச் செலுத்துக. ஒவ்வொரு கம்பிச் சுருளின் முனைகளிலும் காப்பிடு பொருளைக் கிழித்தெறிந்து அவற்றை ஆணிகளைச் சுற்றிப் பல தடவைகள் முறுக்கி வளைத்திடுக; இதனால் அவை மைய ஆணியுடன் பற்றிணைப்புடன் அமைந்திருக்கட்டும். இந்த முனைகள் தூரிகைகளாகத் துணைபுரியும் புலக் கம்பிச் சுருள்கள் பொருத்தமான திசையில் சுற்றப்பெற்றுள்ளனவா என்பதில் கவனம் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். இங்குள்ள விளக்கப் படம் சுற்றுக்களின் திசையினைக் காட்டும் முழுமையான திட்டமாகும். வேறு எந்த வழியிலும் அது செயற்படாது. கம்பிச் சுருள்களின் மற்ற முனைகள் அடித்தளத்தின் மூலைகளிலுள்ள மரையாணிகளுடன் இணைக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

ஒரு மோட்டாரின் நான்கு இன்றியமையாத பகுதிகளில் இரண்டாகிய உங்கள் புலக் காந்தங்களும் தூரிகைகளும் இப்பொழுது நிறைவெய்தியுள்ளன. சுழல் சுருள் கம்பிச் சுருளும் திசை மாற்றியும் இனி அமைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். 4 செ. மீ. அளவுள்ள தக்கையின் உச்சியின் வழியாகக் குறுக்கே ஒரு துளையினை இட்டு அதன் வழியாக 13 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு பெரிய ஆணியைத் திணித்திடுக. ஒவ்வொரு முனையிலும் கிட்டத்தட்ட 40 சுற்றுக்கள் வரை சுற்றுக; படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு சுற்றுக்களின் திசை அமைந்துள்ளதா என்பதை உறுதி செய்து கொள்க. தனியாக உள்ள முனைகளைச் சுரண்டி எறிக. இப்பொழுது தக்கையின் மையத்தை உட்குழிவான உளியினைக்கொண்டு ஒழுங்காகத் துளையிடுக; ஒரு பேனக் கத்தியினைக்கொண்டு துளையை உருண்டையானதாக்கி அதனுள் 10·5 செ. மீ. அல்லது 13 செ. மீ. அளவுள்ள சோதனைக் குழலின் மூடிய முனையைச் செருகுக. இது சுழல் சுருளினை முற்றுப்பெறச் செய்கின்றது.





இப்பொழுது நீங்கள் திசைமாற்றியை அமைக்க ஆயத்தமாக இருக்கின்றீர்கள். சுமார் 4 செ. மீ. நீளமுள்ள செவ்வக வடிவமான இரண்டு தாமிரத் தகட்டுத் துண்டுகளை வெட்டுக; இவை சோதனைக் குழலைச் சுற்றி 6 மி. மீ. இடைவெளியுடன் அமையக்கூடிய அளவு அகலமுள்ளதாக இருத்தல் வேண்டும். இத்தகடுகளைக் குழலுக்குள் பொருந்துவதற்கேற்ப வளைவுடையனவாக்குக. இரண்டு சிறு துளைகளையிட்டு அவற்றுள் ஒவ்வொன்றிலும் சுரண்டப்பெற்ற சுழல் சுருள் கம்பியின் தனி முனைகளை வைத்து முறுக்கி விடுக. அதன் பிறகு

இந்தத் திசைமாற்றித் தகடுகளின் உச்சியிலும் அடி மட்டத்திலும் அவை அசையாதவாறு ஒட்டு நாடாவால் பிணைத்திடுக.

சுழல் சுருளையும் திசை மாற்றியையும் கொண்ட உங்கள் சுழலும் பகுதி முற்றுப் பெற்று விட்டது. அதனைச் செங்குத்தான நிலையில் அமைத்து தூரிகைகளைத் திசைமாற்றியுடன் தொடர்பு கொள்ளுமாறு அமைத்திடுக. இப்பொழுது உங்களது சுற்றுக்களும் இணைப்புக்களும் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இருப்பின், இந்த முழு அமைப்பினையும் ஒன்று அல்லது இரண்டு உலர்ந்த மின் கலங்களுடன் இணைத்து விடுக; சுழல் சுருளைச் சிறிதளவு தள்ளியதும், அது சுறுசுறுப்பாகச் சுற்றத் தொடங்க வேண்டும். அது சுற்றாவிடில், தூரிகைகளைச் சோதித்து அவை இலேசாக, ஆனால் நிச்சயமாகத் தொடுகின்றனவா என்று பார்க்க; தூரிகைகளின் கோணத்தை மாற்றுவதும் பயன் தருவதாகும். இந்த இடத்தைச் சோதிக்கும்பொழுது, ஆணிகளினின்றும் தூரிகைகளை பிரித்தெடுத்து அவற்றை உங்கள் விரல்களால் திசைமாற்றியின் தகடுகளுடன் இலேசாகச் சேர்த்துப் பிடித்துக் கொள்க. அவற்றை அங்ஙனம் எப்பொழுதுமே இணையாக இருக்குமாறு பிடித்துக்கொண்டிருக்கும்பொழுது, ஒரு துணைவரைக்கொண்டு சுழல் சுருளைக் கையினால் சுழலச் செய்து தூரிகைகளை வெவ்வேறு கோணங்களில் முன்னும் பின்னுமாக அசைத்திடுக. சுழல் சுருள் அதிகமான வேகத்தைப் பெறும் இடத்தைக் கவனித்து அந்த இடத்தில் தூரிகைகளை அமைத்திடுக. சிறிதளவு பொறுமையிருப்பின் கவர்ச்சிகரமானதும் அறிவூட்டக்கூடியதுமான விளையாட்டுக் கருவியினை ஆக்கும் முயற்சியில் வெற்றி பெறுவீர்கள்.

D. மின்னாற்றலினின்று வெப்பமும் ஒளியும்

1. மின்னாற்றலினின்று எங்ஙனம் வெப்பத்தையும் ஒளியினையும் பெறுவது? :

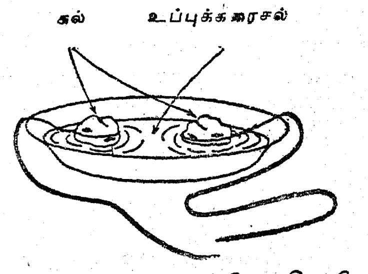
இந்த இயல் B பகுதி 25-ஆவது சோதனையைக் காண்க.

2. எங்ஙனம் எளிய தடைமாற்றியை இயற்றுவது? :

பின்னால் வரும் ஒரு சில சோதனைகளில் மின்னோட்டத்தின் உறைப்பினைக் குறைக்க வேண்டிய தேவை ஏற்படும்.

மின் சுற்றில் ஏதாவது ஓரிடத்தில் தடை அல்லது தடை மாற்றி (Rheostat) என வழங்கப்பெறும் ஒரு குறைகடத்தி (Poor conductor) வழியாக மின்னோட்டத்தைப் பாயச் செய்து இது செய்யப்பெறலாம். பல்வேறு வகைத் தடைமாற்றிகள் அமைத்தற்கு வசதியுள்ளது. நீர் தடைமாற்றி என வழங்கப்பெறுவதைப் பயன்படுத்துவது எளிது என்பதை நீங்கள் காண்பீர்கள். நீர் ஒரு குறை கடத்தியாகும். ஆகவே, நீருள்ள ஒரு கொள்கலனை அதன் வழியில் அமைத்து அதன் வழியாக மின்னோட்டத்தைப் பாயச் செய்தால் அது மின்னோட்டத்தின் வன்மையைக் குறைத்துவிடும். தூய்மையான நீர் கிட்டத்தட்ட மின்னோட்டத்தையே கடத்தாது. ஒரு சிறிது உப்பு சேர்க்கப்பெற்ற நீர் உங்கள் நோக்கத்தினை நிறைவேற்றுவதற்குத் தேவையான அளவு மின்னோட்டக் கடத்தியாகும். இப்பொழுது, இந்த உப்பு நீரின் வழியாக எவ்வளவுக் கெவ்வளவு அதிகமான தூரம் மின்னோட்டம் பாயச் செய்யப் பெறுகின்றதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு அதிகமாக அதன் வன்மை குறைக்கப்பெறும். ஆதலால், விருப்பப்படி தூரத்தை மாற்றக்கூடியவாறு ஒரு திட்டத்தை நீங்கள் ஏற்பாடு செய்ய முடிந்தால் தேவைக்கேற்ப நீங்கள் மின்னோட்டத்தின் வன்மையை அதிகரிக்கச் செய்யலாம்; அல்லது குறையச் செய்யலாம்.

அத்தகைய ஒரு தடைமாற்றியை அமைக்க

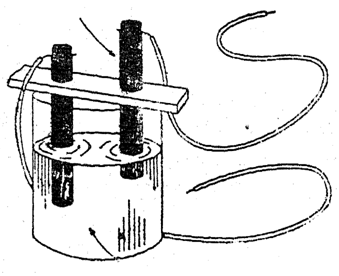


ஒரு வசதியான வழி படத்தில் தெளிவாக்கப்

பெற்றுள்ளது. கிட்டத்தட்ட 25 அல்லது 30 செ. மீ. குறுக்களவுள்ள ஒரு பைரெக்ஸ் கண்ணடித் தட்டு அல்லது மண் தட்டினைக் கைவசப் படுத்துக. (எச்சரிக்கை : ஓர் உலோகத்தட்டு அல்லது கொள்கலனைப் பயன்படுத்தற்க.)

கிட்டத்தட்ட 8 செ. மீ. குறுக்குவிட்டமுள்ள இரண்டு உலோகக் குவளை மூடிகளைக் கைவசப்படுத்துக. ஒவ்வொன்றின் பக்கத்திலும் ஒரு துளையிட்டு அதில் காப்பிடப்பெற்ற கம்பியின் தூய்மையான முனைகளை இணைத்திடுக. இந்த மூடிகளைத் தட்டில் ஒரு சில சென்டி மீட்டர் அளவு இடைவெளியிட்டு அமைத்து ஒவ்வொன்றிலும் அதனை அமுக்குவதற்கேற்றவாறு ஒரு கல்லை வைத்திடுக. இப்பொழுது ஒரு தேக்கரண்டியில் அதன் மட்டத்திற்குச் சோற்றுப்பினை எடுத்து அதனை இரண்டு லிட்டர் அளவு நீரில் கரைத்திடுக. இந்த நீரைப் போதுமான அளவு மூடிகள் மூழ்கும்வரை தட்டில் ஊற்றுக. இப்பொழுது

கார்பன் கோல்

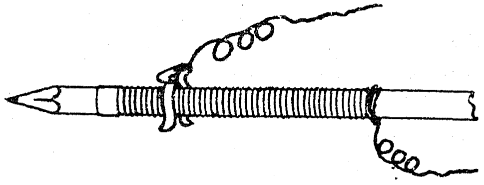


உப்புக் கரைசல்

உங்கள் நீர்த் தடை முற்றுப்பெற்று விட்டது. அதனை நீங்கள் எந்த ஒரு மின் சுற்றிலும் இணைத்து அந்த மூடிகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்தை மட்டிலும் மாற்றி விருப்பப்படி மின்னோட்டத்தின் வன்மையை ஒழுங்குபடுத்தலாம். மூடிகளை நகர்த்துவதற்கு காப்பிடப்பட்ட பொருளைப் பயன்படுத்துக ; உங்கள் கைகளை நீரில் வைத்து விடாதீர்கள். குவளை மூடிகளுக்குப் பதிலாகப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு கார்பன் கோல்கள் பயன்படுத்தப் பெறலாம்.

3. கம்பியாலான தடைக் குறைப்பான் :

ஒரு 30 SWG வெறுமையான நிக்கல் குரோமியக் கம்பியினின்றும் (Nichrome) ஒரு மாதிரி அரங்கு விளக்கினைக் கட்டுப்படுத்தவும் அல்லது மின்சாரக் கை விளக்கின் குமிழ்களை மங்கலாக்கவும், பயன்படக்கூடிய ஒரு சிறிய தடை மாற்றி இயற்றப்பெறுதல் கூடும். ஒரு பென்சிலைச் சுற்றிக் கிட்டத்தட்ட 200 சுற்றுக்கள் சுற்றி அதன் ஒரு முனையை ஒன்று அல்லது இரண்டு அல்லது மூன்று சுற்றுக்களைக்

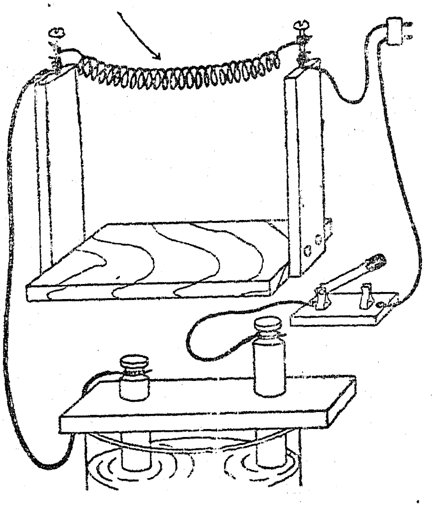


கொண்ட தடித்த ஒரு தாமிரக் கம்பியுடன் நிலைத்திடச் செய்க; இத் தாமிரக் கம்பி ஒரு மின் கோடியாகச் செயற்படும். தடைக் கம்பியின் மற்றொரு முனையை ஒரு துண்டு ஒட்டு நாடாவால் சுற்றி மூடிவிடுக. ஓர் இணைக்கும் கம்பியை ஒரு சிறிய வில் இடுக்கியுடன் பற்றுசு வைத்துப் பிணைத்து அந்த இடுக்கியை தடைக் கம்பியின்மீது பொருத்துக.

4. மின்சாரத்தினால் கம்பியைச் செந்தழல் நிலைக்குச் சூடாக்குவது எங்ஙனம்? :

எங்ஙனம் மின்சாரம் பல்வேறு வகைக் கம்பிகளைச் சூடாக்குகின்றது என்பதை ஆராய்வதற்கு இச் சோதனை உங்கட்கு ஒரு வாய்ப்பினைத் தரும். 15×15 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு பலகை சுமார் 20 செ. மீ. அளவுள்ள இரண்டு செங்குத்துப் பலகைத் துண்டுகள் இவற்றைக் கொண்டு ஒரு மரத் தாங்கியை அமைத்திடுக. ஒவ்வொரு தாங்கியின் உச்சி முனையிலும் சிறிதளவு ஆழத்திற்கு ஒரு மரையாணி அல்லது ஆணியைச் செலுத்துக. இப்பொழுது ஒரு சுருள் வடிவ அமைப்பினைத் தயாரிப்பதற்கு, எண் 30க்கும் எண் 24க்கும் இடைப்பட்ட அளவுள்ள ஒரு கம்பியில் 1·5 மீட்டர் இரும்புக் கம்பியை ஒரு பென்சிலின்மீது ஒழுங்காக ஓர் அடுக்கினைச் சுற்றுக. இந்தச் சுருளைப் பென்சிலினின்றும் நழுவச் செய்து அதனை ஓர் ஆணியினின்றும் மற்றோர் ஆணியை அடையும் வரை நீளமாக இழுத்து அதனைத் தாங்குவதற்காக அதன் முனைகளை முறுக்குக. இதனை ஒரு

நீர்த் தடை மாற்றியுடனும் மின் குமிழ்க் கூட்டுடனும் இணைத்திடுக (ஆனல் விழிப்புடன் இருந்திடுக !). தடை மாற்றியை மின் குமிழ்க் கூட்டினுள் செருகுவதற்கு முன்னர் அது திறந்த நிலையிலுள்ளதா என்பதை உறுதி செய்து கொள்க. அதன்பிறகு படிப்படியாகத் தடையைக் குறைத்துக் கம்பி செந்தழலாக ஒளி விடும்வரையில் அஃது எங்ஙனம் படிப்படியாகச் சூடேறிக்கொண்டே போகின்றது என்பதைக் கவனித்திடுக. அதன் அருகில் உங்கள்



கையைப் பிடித்துக் கொள்க. ஒரு துண்டுத் தாள் அல்லது மரச் சிம்பினுல் கம்பியைத் தொட்டு அதனைக் கொளுத்துக. இப்பொழுது கம்பி எரியும்வரையில் அல்லது உருகும்வரையில் மின்னோட்டத்தை அதிகரித்திடுக.

ஒரு துண்டு நிக்கல்-குரோம் கம்பியைக் கைவசப்படுத்துக; இரும்புக் கம்பிக்குப் பதிலாக அதனைப் பயன்படுத்துக. நிக்கல்-குரோம் கம்பி வகைதான் மின்சார அடுப்புச் சுருள்களில் பயன்படுத்தப்பெறும் கம்பியாகும். இஃது எரிந்து போவதற்கு முன்னர் இதனை மற்றவற்றைவிட மிக அதிகமாகச் சூடாக்க முடியுமா?

இந்தச் சோதனை மின்சார அடுப்பினை இயற்றும் வழியைப்பற்றிய ஒரு கருத்தேற்றத்தைத் தருகின்றதா?

5. மின்சாரப் பிறை வளைவு அடுப்பினை (Electric arc heater) எங்ஙனம் இயற்றுவது ?:

நாம் அறிந்தவரையில் மின்சாரப் பிறை (Electric arc) மிக அதிகமான ஒளியுள்ள விளக்காக இருப்பதுடன் மனிதன் அறிந்த மிக உறைப்பான வெப்ப மூலமாகவும் திகழ்கின்றது. ஒரு கார்பன் முனையின் மிக ஒளியுள்ள புள்ளி 3760 சென்டிகிரேட் வரை வெப்பமடைகின்றது! கொதிக்கும் நீரின் வெப்ப நிலை 100°C. இரும்பு 1535°C. வெப்ப நிலையில் உருகு, கின்றது.

ஒரு மின்சாரப் பிறையடுப்பினை அமைத்திடுவதற்கு ஒரு சிறிய தாவர சாடி, தள்ளுபடி செய்யப்பெற்ற மின்சாரக் கைவிளக்கு பாட்டரியிலுள்ள இரண்டு கார்பன் கோல்கள், உட்குழிவான இரண்டு திரைக் கோல்கள் (குழல்கள்), சில மரத் துண்டுகள் ஆகிய இவைதான் தேவைப்படுகின்றன என்பதை அறிந்தால் நீங்கள் அத்தகைய ஓர் அடுப்பு அல்லது உலையை (Furnace) அமைக்கும் வாய்ப்பினைத் தவறவிட மாட்டீர்கள்.

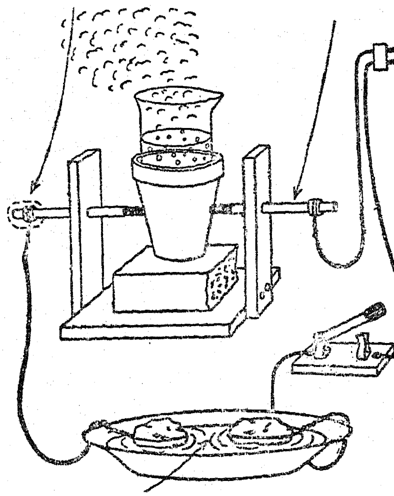
சாதாரணமாக வழுவழுப்பாகச் செய்யப்படாத 8 செ. மீ. அளவுள்ள ஒரு தாவர சாடியினைக் கைவசப்படுத்துக. அதன் பக்கத்தில், அடிமட்டத்தினின்றும் சுமார் 2·5 செ.மீ. உயரத்தில் ஒன்றற்கொன்று எதிரெதிராக இருக்குமாறு இரண்டு துளைகளை இடுக. உங்களிடம் துளையிடும் பொறி இராவிடில் ஒரு முக்கோண அரத்தை உங்கள் கையில் வைத்துக் கொண்டு அதன் முனையினுல், அல்லது கூருன எந்த உலோகப் பொருளாலும் துளைகளை அமைத்து விடலாம். துளைகள் உண்டாக்கப்பெற்றதும் ஓர் அரம் அல்லது வேறு ஒரு பொருத்தமான பொருளைக்கொண்டு அத் துளைகளின் வழியாகக் கார்பன் கோல்கள் நழுவிச் செல்லுவதற்கேற்ப அவற்றைப் பெரிதாகத் தேய்த்திடுக. இப்பொழுது சுமார் 12 செ. மீ. நீளமுள்ள உட்குழிவான திரைக்கோல் துண்டுகள் இரண்டினை வெட்டுக. உலோகத்தை வெட்டுவதற்குரிய நல்ல கருவி உங்களிடம் இராவிடில், ஒரு முக்கோண அரத்தைக்கொண்டு கோலினைச் சுற்றிலும் பள்ளம் வருமாறு அராவி, அதன் பிறகு அதனை அந்தப் பள்ளத்தில் ஒடித்து இந்த மெல்லிய உலோகம் வெட்டப்பெறுதல்

கூடும். இந்த உலோகக் குழலினுள் கார்பன் கோல்களை நுழைத்திடுக. இந் நிலையில் உலைக்கு இன்றியமையாத பகுதிகள் யாவும் உங்களிடம் உள்ளன.

இந்தப் பகுதிகளைத் தாங்குவதற்கு இனி ஒரு மரச் சட்ட நிலை (Rack) உங்கட்குத் தேவைப் படுகின்றது. சுமார் 15×15 செ.மீ. அளவுள்ள ஓர் அடித்தளப் பலகையுடன் சுமார் 15 செ. மீ. நீளமுள்ள இரண்டு மரத் துண்டுகளை செங் குத்தாக ஆணியினுல் பொருத்துக. ஒரு பாதி

நாடா சுற்றியது அல்லது காப்பிடப்பெற்றது

திரைக்கோல்



தடைமாற்றி

செங்கல் அல்லது தட்டையான கல்லை அடித் தளப் பலகையினுள் அமைத்து அதன்மீது ஆயத்தப்படுத்தப்பெற்ற தாவர சாடியினை வைத்திடுக. கறுப்புக் கல்நார் உலைச் சீமைக் காரையினுல் (Asbestos furnace cement) செங்கல்லை அடித்தளத்துடனும், சாடியைச் செங்கல்லுடனும் ஒட்டிவிட்டால் அஃது உங்கள் அடுப்பினை மேம்பாடடையச் செய்யும். இந்தச் சீமைக் காரையை இரும்புக் கடையில் பெறுக. ஒரு சிறிய அளவு சீமைக் காரையை அடிப்புறத் தின்மீது தடவி சாடியை அதன் இடத்தில் வைத்து அழுத்துக. செங்குத்தான மரத் தாங்கி களில் எந்த உயரத்தில் துளைகளிடப்பெறுதல் வேண்டுமென்பதைத் தீர்மானித்திடுக; இவற் றின் மூலமும் சாடியினுள்ளும் கோல்கள் நீண்டு செல்வதற்கேற்றவாறு தாங்கிகளிலுள்ள துளை களும் சாடியிலுள்ள துளைகளும் ஒரே கிடை மட்டத்திலிருக்குமாறு அமைதல் வேண்டும். குழல்கள் எளிதாக நழுவிச் செல்லுவதற் கேற்பப் பெரிதாகத் துளைகளை இடுக. இச் செயல் முடிந்ததும், கோல்களைச் செருகுக; இப்பொழுது உலை செயற்படுவதற்கு ஆயத்த மாக உள்ளது.

நீர்த் தடை மாற்றியும் மின் குமிழ்க்கூடும் கொண்டு ஒரு மின்சுற்றில் உலையை விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இணைத் திடுக. அடியில் D-7ல் விவரிக்கப்பெற்றுள்ள வாறு பிறையினை அமைத்திடுக. (எச்சரிக்கை: கோல்களின் முனைகள் நாடாவினுல் மூடப் பெருதவரை அவற்றினைத் தொடாதீர்கள்; அல்லது உங்கள் கைகளில் கையுறைகளை அணிந்து கொள்ளுக.) உங்கள் உலையைப் பயன்படுத்துங்கால் கண்களுக்கு இருண்ட கண்ணுடிகளை அணிந்துகொள்வது அறி வுடைமையானது.

6. மின்சார தோசைக் கல் (Toaster) அமைப் பினை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

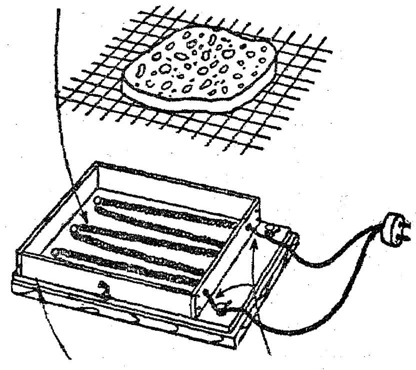
5 மீட்டர் நீளமுள்ள (அதற்குக் குறைதல் கூடாது!) நிக்கல்-குரோம் கம்பியினை ஒரு ரொட்டித் துண்டினைவிடப் பெரிதாக இராத ஓர் இடத்தில் ஏற்றுவதற்குரிய வசதியான வழி யைக் காணலே உங்கள் பிரச்சினையாகும். நீங் கள் சாதாரணமாக வீட்டில் பயன்படுத்து வதற்கு வாங்கும் எல்லா வித மின் பொறியமைப் புக்களிலும் நிக்கல்-குரோம் கம்பிதான் பயன் படுத்தப்பெறும் கம்பி வகையாகும். இந்தக் கம்பியை மின்சாரப் பொருள்கள் செப்பனிடப் பெறும் கடையினின்றும் பெறலாம். 110 வோல்ட்டு மின் அழுத்தத்திற்கு நீங்கள் எண் 24 அளவு கம்பியைப் (0.559 மி. மீ. குறுக்களவு) பயன்படுத்த வேண்டும். ஏனைய மின் அழுத் தங்களில் ஒரு 500- வாட் அமைப்பிற்கு எவ்வ ளவு நீளம் எந்த அளவுக் கம்பியைப் பயன் படுத்த வேண்டுமென்பதை மின் துறைஞனைக் (Electrician) கேட்டு அறிந்து கொள்க.

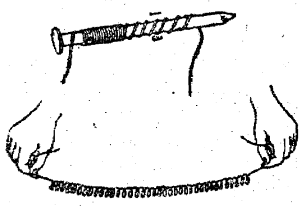
கம்பியைத் திருகுசுருள்களாகச் சுற்றும் முறை படங்களில் காட்டப்பெற்றுள்ளது. கம்பியை அளந்து அதனைச் சுமார் 5 மி.மீ. குறுக்கு விட்ட முள்ள ஓர் உருளை வடிவமான கோலின்மீது

ஒழுங்காகச் சுற்றுக. ஒவ்வொரு தடவையும் சில சுற்றுக்களைச் சுற்றினதும் சுற்றுக்களை நெருங்கியிருக்குமாறு தள்ளிக் கொள்க. இம் முறை சுற்றுக்கள் ஒழுங்காக அமைவதற்குத் துணை செய்கின்றது. ஆயினும், நீங்கள் ஒவ்வொரு முனையிலும் 10 அல்லது 12 செ. மீ. நீளக் கம்பியைச் சுற்றாது விட்டுவிட வேண்டும். இப்பொழுது கம்பிச் சுருளைக் கோலினின்றும் நழுவச் செய்து அது 75 செ. மீ. நீளமுள்ள கம்பிச் சுருளாகத் தங்கியிருக்குமாறு மெதுவாக இழுத்திடுக. இப்பொழுது கிட்டத்தட்ட 10 செ. மீ. அளவுள்ள தாமிரக் கம்பியை அமைப்புச் சுருளாகத் தொடங்கும் இடத்தின் அருகில் அமைப்பின் ஒவ்வொரு முனையிலும் இறுக்கமாக வைத்து முறுக்குக; இவை வழிகாட்டுக் கம்பிகளாகச் செயற்படுகின்றன.

இந்த அமைப்பிற்கு உங்களுடைய ஏற்று சட்டத்தை தயாரிப்பதற்கு மரச் சாமான்களை விற்பவரிடமிருந்து ஒரு 30 செ. மீ. சதுரமுள்ள ஒரு கல்நார்ப் (Asbestos) பலகையைப் பெறுக. 15×20 செ. மீ. அளவில் அடித்தளத்திற்காக ஒரு துண்டையும் 2·5×15 செ. மீ. அளவில் பக்கங்களுக்காக நான்கு துண்டுகளையும் அதினின்றும் வெட்டுக. படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு இவற்றை ஒன்றாகச் சேர்த்து வைத்திடுக. துளைகளிட்டு சிறு திருகாணிகளைப் பயன்படுத்தி அவை ஒன்று சேர்க்கப்பெறலாம். கல்நார் உலை சீமைக் காரை இதற்கு மிகவும் சிறந்தது. இரும்புக் கடை அல்லது மரக்கடையினின்றும் அதனைப் பெறலாம். இப்பொழுது அடித்தளத்தைப் பொருத்துவதற்கு ஒரு பலகைத் துண்டினை வெட்டுக; காற்றிடத்தைத் தருவதற்கு இரண்டு குறுகலான கல்நார் அட்டைத் துண்டுகளைக் கொண்டு பலகையுடன் ஒரு சட்டத்தை இணைத்திடுக.

இப்பொழுது நீங்கள் உங்கள் அமைப்பினை நிறுவுவதற்கு ஆயத்தமாக இருக்கின்றீர்கள். முன்பக்க முனையில் சம இடைவெளிவிட்டு நான்கு துளைகளையும் அதன் எதிர்ப்பக்க முனையில் சம இடைவெளியுடன் மூன்று துளைகளையும் இடுக. கிட்டத்தட்ட 2·5 செ.மீ. நீளமுள்ள சிறு திருகாணிகளை அரைகுறையாகத் திருகுக. சட்டத்திற்கு முன்பக்கத்தில் தாமிர வழிகாட்டிக் கம்பிகட்காக இரண்டு துளைகளை இடுக. அடித்தளத்தின் முன்பக்கமுள்ள மூலைகளிலும் மின் கோடிகட்காக இரண்டு திருகாணிகளை அமைத்திடுக. இப்பொழுது உங்களுடைய கம்பியமைப்பினைத் திருகாணிகளின்மீது பின்னும் முன்னுமாக வளைத்துச் சுருக்கிடுக. ஒவ்வொரு பகுதியிலும் சம அளவு அமைப்பு இருக்குமாறு இப்பகுதியைத் திட்டமிடுக. ஒவ்வொரு பகுதியையும் அதன் திருகாணி தாங்கியின் ஒரு மரையில் பொருத்துக; இப்படிப் பொருத்தும் பொழுது அவை அடித்தளத்திற்கு மேல் கிட்டத்தட்ட 5 மி. மீ. உயரத்தில் தாங்கப்பட்டு இருக்குமாறு பார்த்துக் கொள்க. தாமிர வழிகாட்டி கம்பிகட்கெனவே தயாரிக்கப்பெற்ற துளைகளின் வழியாக அவற்றைக் கொணர்ந்து மின் கோடிகளைச் சுற்றி அவற்றினை முறுக்கிவிடுக. அப்பம் அல்லது ரொட்டியைப் பிடித்தற்குரிய தோசைக் கல்லைத்தவிர உங்களுடைய தோசைக்கல் அமைப்பு முற்றுப்பெறுகின்றது. 1 செ. மீ. வலைக்கண் உள்ள ஒரு சதுரமான கம்பி வலையை இதற்காக வெட்டுக; அல்லது அடுப்பறையிலிருந்து ஒரு சிறு தோசைக்





கல்லைப் பயன்படுத்துக. தோசைக்கல் கம்பியமைப்பினையோ அல்லது மின் கோடிகளையோ

தொடாதுள்ளதா என்பதை உறுதி செய்து கொள்க.

இணைப்புக் கம்பிக்கு நீங்கள் ஏதாவது அறுந்துபோன தட்டையான இரும்புக் கம்பியினை எங்கிருந்தாவது பெறலாம். கம்பிகளின் முனையில் உரித்தெறிந்து அவற்றை மின்கோடிகளில் முறுக்கி விடுக. கம்பியின் மற்றொரு முனையை ஒரு விளக்குக் கூட்டினுள் (Lamp socket) அல்லது அடித்தளப் பலகையின் கொள்கலத்துடன் செருகி ரொட்டியினை வாட்டத் தொடங்குக; அல்லது நீங்கள் விரும்பும் எந்த உணவினையும் சமைக்க அல்லது சூடாக்க முயலுக. (எச்சரிக்கை: மாணாக்கர்களின் கைவிரல்களை திறந்துள்ள கம்பிகட்கு மிக அப்பால் வைத்திடுக. தோசைக்கல் அமைப்பினுள் ஏதாவது நீர் சிதறிவிட்டால் மின்சார அடைப்பினை (Plug) வெளியிலெடுத்து விடுக.)

7. பிறை விளக்கினை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

தள்ளுபடி செய்யப்பெற்ற மின்சாரக் கை விளக்கு பாட்டரியிலுள்ள கார்பன் கோல்களை மின்-வாய்களாகச் (Electrodes) செயற்படுவதற்குப் பயன்படுத்துக. கார்பன் கோல்கள், உப்பு நீர்த் தடைமாற்றி, சாதாரணமான ஓர் இரட்டைக் கம்பி மின் வழிகாட்டி—இவற்றினை இணைத்திடுக. அடிப்பக்க முனையில் வெளிப்புறத்திலுள்ள நெசவுப் பொருள் அகற்றப் பெற்ற ஒரு பழைய இரும்புக் கம்பி இச் செயலுக்கு மிகவும் உகந்தது. தடைமாற்றித் தகடுகளை அகலமாக இருக்குமாறு அமைத்து மின் கூட்டினுள் செருகுக.

இப்பொழுது ஆடைக் கவ்விகளைக்கொண்டு கார்பன் கோல்களைக் கைக்கு ஒன்றாக எடுத்திடுக; அல்லது நீங்கள் உலர்த்த தடித்த கையுறைகளை அணிந்திருந்தால் அவற்றை விரல்களாலேயே பிடித்துக் கொள்ளலாம். (எச்சரிக்கை: திறந்த மேனியாக விரல்களைக் கொண்டு எப்பொழுதும் கார்பன் கோல்களை நேராக எடுக்காதீர்கள் ஏன்?). வேறு யாராவது ஒருவர் தடைமாற்றியின் தடையை மெதுவாகக் குறைக்கும்பொழுது முனைகளை இலேசாக ஒன்று சேர்த்துத் தொடுக. தடைமாற்றியை மிக நெருக்கமாகக் கொண்டு வந்து அவற்றின் உலோக மூடிகள் ஒன்றையொன்று தொடுமாறு எப்பொழுதும் செய்யற்க. ஏன்?

தடை மாற்றி மிக அருகில் கொண்டுவரப் பெறுங்கால் திரும்பத்திரும்பக் கார்பன் கோல்களைத் தொட்டும் பிறகு பிரித்தும் செய்து கொண்டே இருந்திடுக. முனைகள் சிவப்பாகச் சூடேறிக் கொண்டிருத்தலையும் அவற்றை நீங்கள் ஒவ்வொரு தடவை பிரிக்கும்பொழுது பளீச் பளீச்சென்று வெண்மை ஒளி தோன்றுவதையும் நீங்கள் கவனித்தல் வேண்டும். (எச்சரிக்கை: சோதனையின் இப் பகுதியைச் செய்யும்பொழுது இருண்ட சூரிய ஒளிக் கண்ணாடிகளைப் போட்டுக்கொள்வது அறிவுடைமையாகும்.) இந்த நிலையில் தடை மாற்றியை இன்னும் சற்று நெருங்கிவரச் செய்து சற்று அதிகமான மின்னோட்டத்தை அளித்திடுக; நீங்கள் கார்பன் கோல்களைக் கிட்டத்தட்ட 3 மி. மீ. இடைவெளியுடன் நிலையாக வைத்திருக்கும்பொழுது நிலையான மிகப் பிரகாசமான ஓர் ஒளியை அடைதல் வேண்டும்.

மின்சாரத்தைக்கொண்டு இப்பொழுது உங்களால் மிகப் பிரகாசமுள்ள ஒளியை விளைவிக்க முடிந்தது. ஏதாவது கார்பன் எரிந்து போனதாகத் தோன்றுகின்றதா? இடைவெளியின் குறுக்கே எது மின்சாரத்தைச் சுமந்து செல்லுகின்றது? வீடுகட்கு ஒளி தருவதில் இந்த வகை விளக்கினைப்பற்றி நீங்கள் என்ன கருதுகின்றீர்கள்?

E. மின்சாரமும் வேதியியலும்

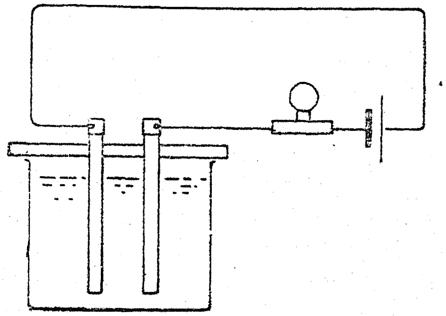
இயல்-9 சோதனை A-1ல் நீரினுள் மின்னோட்டம் பாய்ந்து செல்லும்பொழுது எங்ஙனம் அது பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றது என்று காட்டப்பெற்றது. இது பொதுவான நிகழ்ச்சியைப்பற்றிய ஓர் எடுத்துக் காட்டாகும்; இங்ஙனமே பல திரவங்கள் ஒரு மின்னோட்டத்தால் பாதிக்கப்பெறுகின்றன. இந்தச் செய்முறை, மின் பகுப்பு (Electrolysis) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது; இந்த முறையில் செயற்படும் பொருள்கள் மின்பகு பொருள்கள் (Electrolytes) என்று வழங்கப்பெறுகின்றன. மின் பகுப்பினால் உண்டாகும் விளைவுப்பொருள்

கள் மின்பகு பொருளுக்கு மின்னேட்டத்தைக் கொணர்ந்த மின்-வாய்களுடன் புரியும் செயலெதிர்ச் செயலால் (Interaction) இவ்விளைவுகள் மிகவும் சிக்கலானவையாகின்றன; அடியிற் காணும் சோதனைகளினால் ஒரு சில விதிகள் ஆராயப்பெறுதல் கூடும்.

1. வெவ்வேறு வகைத் திரவங்களில் கடத்தல் விளைவுகள் :

திரவங்கள் வெவ்வேறு வேதியியல் வகைகளாகப் பிரிக்கப்பெறுதல் கூடும். அடியிற் கண்டவை எளிதில் ஆராயப்பெறுதல் கூடும்; (அ) வடிவாலை நீர், எண்ணெய்கள், மெதிலேடட் ஸ்பிரிட்; (ஆ) அமிலங்களும் காரங்களும் எ-டு. நீர்த்த கந்தக அமிலம், நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக அமிலம், வெள்ளி நைட்ரேட்டு.

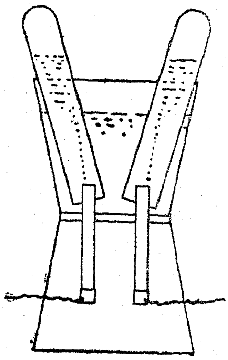
பழைய மின்சாரக் கைவிளக்குப் பாட்டரிகளினின்றும் இரண்டு சிறிய கார்பன் கோல்களைப் பெறுக; அவற்றை 2·5 செ. மீ. அகலமும் 10 செ.மீ. நீளமும் உள்ள ஒரு துண்டுப் பலகையில் 2·5 செ. மீ. இடைவெளியிலுள்ள துளைகளில் செலுத்துக. கார்பன் கோல்களின் மீதுள்ள பித்தளை மூடிகளுடன் தாமிரக் கம்பியினைப் பற்றுசு கொண்டு இணைத்து மின்னேட்டம் பெறுவதற்கு ஒரு 6 வோல்ட்டு பாட்டரியையும் மின்னேட்ட உணர் கருவியாக ஒரு 2·5 வோல்ட்டு மின் குமிழையும் பயன்படுத்தித் தொடர்-அடுக்கு இணைப்பு மின் சுற்றினை அமைத்திடுக.



சோதிக்க வேண்டிய திரவத்தை ஒரு சிறிய சாடியில் வைத்து கோல்களை அமிழ்த்துக. சில திரவங்கள் மின்சாரத்தைக் கடத்தாமையையும், மற்றவற்றில் வாயுக்கள் விடுவிக்கப் பெறுதலையும், வேறு சிலவற்றில் கோல்களின் மேற்பரப்புக்களில் மாற்றங்கள் நிகழ்வதையும் நீங்கள் காண்பீர்கள்.

2. மின் பகுப்பு விளைவுப் பொருள்களைச் சேகரித்தல் :

மின் பகுப்பினால் விடுவிக்கப்பெற்ற வாயுக்கள் சேகரிக்கப்பெற்றால் அவை இன்னவை என்று உறுதி செய்யப்பெறுதல் கூடும். திரவத்தின் கொள்கலனாக ஒரு பனிப்-பாலடைப் பெட்டியினையும், மின்வாய்களாகக் கார்பன் கோல்களையும், வாயுக்களைச் சேகரிப்பதற்குச் சிறிய கண்ணாடி சோதனைக் குழல்கள்



அல்லது குழல் வடிவாகவுள்ள புட்டிகளையும் பயன்படுத்தி இதனைச் செய்வதற்கு மின் முறிகலம் (Voltameter) என வழங்கப்பெறும் ஓர் எளிய ஆய்கருவி சமைக்கப்பெறுதல் கூடும். முன்போலவே தாமிரக் கம்பிகளைக் கார்பன் கோல்களுடன் பற்றுசு வைத்து இணைத்து அவற்றை ஒரு தக்கை-துளைப்பானைக்கொண்டு இரண்டு பனிப்-பாலடைப் பெட்டிகளின் அடியில் செய்யப்பெற்ற துளைகளில் இணைத்திடுக; இரண்டாவது பெட்டி ஆய் கருவிக்கு ஒரு தாங்கியாகப் (Stand) பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. பெட்டிகளின் அடிப் பகுதிகளிரண்டையும் ஒன்றாகச் சேர்த்துப் பிடித்து, பால்சா மர சீமைக்காரை அல்லது வேறு சீமைக்காரையைப் பயன்படுத்திக் கார்பன் கோல்கள் சுமார் 2.5 செ.மீ. நீளம் மேல் கிண்ணத்தினுள் துருத்திக் கொண்டிருக்குமாறு அவற்றை அசையாமல் ஒட்டிவிடுக. கீழ்க் கிண்ணத்தின் பக்கத்திலுள்ள துளைகளின்வழியாக இணைக்கும் கம்பிகளைச் செலுத்துக.

நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை மேல் கிண்ணத்தில் ஊற்றி, கண்ணாடிக் குழல்களையும் அதனால் நிரப்பி அவற்றை ஒவ்வொரு கார்பன் கோல்களின்மீதும் கவிழ்த்திடுக. முன் போலவே கம்பிகளை ஒரு 6-வோல்ட்டு உலர்ந்த பாட்டரியுடன் இணைத்து முடிவுகளுக்காகக் காத்திருக்க. குளோரின் கரையும் தன்மையுடையதாதலின், கரைசல் நிறை நிலையாதல் வரையில் காத்திருத்தல் இன்றியமையாதது; ஆனால் இறுதியில் சம கனபரிமாணமுள்ள ஹைட்ரஜனும் குளோரினும் சேகரிக்கப்பெறும்.

3. மின் பகுப்பினால் நிறம் நீக்கும் கரைசலை ஆக்குதல் :

ஓர் அரைக் கிண்ண அளவு நீரில் எவ்வளவு கரையுமோ அவ்வளவு சோற்றுப்பினைக் கரைத்து ஒரு தீவிரக் கரைசலைத் தயாரித்திடுக. மேற் சோதனையில் பயன்படுத்திய மின் முறி கலத்தின் கார்பன் கோல்களுக்கிடையில் ஓர் அட்டை ஆப்பினை அமைத்து அதனை இரண்டு சம அளவுள்ள பிரிவு அறைகளாக்குக. உப்புக் கரைசலை அதில் ஊற்றி ஒவ்வொரு பிரிவறையிலும் ஒரு செந்நிற லிட்மஸ் தாளை வைத்திடுக. 7·5 வோல்ட்டுக்களைப் பயன்படுத்தி கார்பன் கோல்களை வலைக் கம்பிச் (Grid) சார்புடைய ஒரு பாட்டரியுடன் இணைத்திடுக. உடனே ஹைட்ரஜன் குமிழிகள் எதிர் மின்-வாயில் விடுவிக்கப்பெறும்; ஆனால் குளோரின் கரையுந் தன்மையுடையதாதலின் அது நேர் மின்-வாயில் உடனே காணப்பெறுவதில்லை. எனினும், சுமார் 20 நிமிடங்களுக்குப் பிறகு நேர் மின்வாய்ப் பிரிவறையிலுள்ள லிட்மஸ் தாளின் நிறம் நீக்கப்பெறும்; எதிர் மின்-வாய்ப் பிரிவறையிலுள்ள தாள், சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடு உண்டாக்கப்பெறுவதால், அது நீல நிறமாக மாறும்.

குளோரின் குமிழிகள் தோன்றத் தொடங்கியதும் மின்னோட்டத்தை நிறுத்தி, ஆப்பினை அகற்றி, திரவத்தைக் கிளறிவிடுக. அப்பொழுது சோடியம் ஹைப்போ குளோரைட்டு உண்டாக்கப்பெறும். இது வணிக நிற நீக்கிப் பாய்மங்களில் (Fluids) உள்ள கூட்டுப் பொருளாகும்; ஒரு துளி மையினால் நிறமூட்டப்பெற்ற ஒரு சோதனைக் குழல் நீரில் அதன் விளைவினைச் சோதித்திடுக.

4. பிரத்தியேகமான கரைசல்களின் மின் பகுப்பினைச் சோதித்தல்: (அ) துத்தநாக சல்ஃபேட்டு, (ஆ) காரீய அசிடேட்டு :

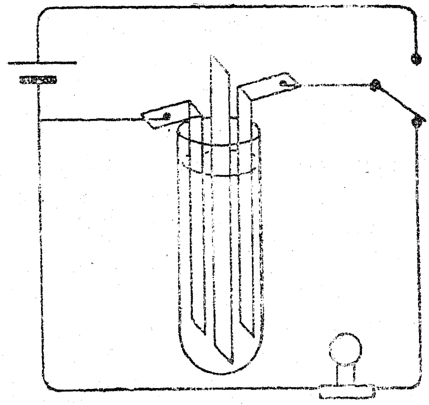
(அ) ஒரு மின் முறிகலத்தில் தீவிரமற்ற துத்தநாக சல்ஃபேட்டுக் கரைசலை ஊற்றி, வலைக் கம்பிச் சார்புள்ள ஒரு 9-வோல்ட்டு பாட்டரியைப் பயன்படுத்தி அதனை மின் பகுப்புச் செய்திடுக. கிட்டத்தட்ட உடனே கடற்பஞ்சு போன்ற துத்தநாக மொத்தை (Spongy mass) எதிர் மின்-வாயில் தோன்றுகின்றது.

(ஆ) ஓர் அரைக் கிண்ண நீரில் ஒரு சில கிராம் காரீய அசிடேட்டினைச் சேர்த்திடுக. அசிடிக் அமிலத்தில் தோய்க்கப்பெற்ற ஒரு கண்ணாடிக் கோலினால் கரைசலை நன்றாகக் கிளறி முகிற்படலம் போன்ற தன்மையை அகற்றுக. இந்தத் திரவத்தை மின் முறி கலத்தினுள் ஊற்றி முன்போலவே அதனை ஒரு பாட்டரியுடன் இணைத்திடுக. விரைவில் காரீயம் எதிர் மின்.வாயில் ஒரு 'மரம்' போல் படிகின்றது; இது வளரும்போது கவனித்தற்குக் கண்ணைக் கவரும் தன்மையுடையது.

5. எளிய காரீய மின் சேமக் கலம் (Accumulator) செயற்படுவதை ஆராய்தல் :

சுமார் 1·5 மி. மீ. கனமுள்ள ஒரு காரீயத் தகட்டினின்றும் 15 செ. மீ. நீளமும் 15 மி. மீ. அகலமும் உள்ள துண்டுகளை மின் கலத்தில் தகடுகளாகப் பயன்படுவதற்கு வெட்டுக. ஒவ்வொரு தகட்டின் முனையிலும் துளைகளையிட்டு அவற்றின்வழியாக இணைக்கும் தாமிரக் கம்பிகளைச் செலுத்துக. தகடுகளை நீரில் கழுவி அதன் பிறகு அவற்றை எஃகுக் கம்பளம் அல்லது குருத்தங்கல் துணியைக் (Emery cloth) கொண்டு தேய்த்திடுக. அவற்றைச் சிறிதளவு நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைக் கொண்ட ஒரு கொதி குழலில் வைத்து ஒரு மரச் சிம்பினால் அவற்றைத் தனித்தனியாகப் பிரித்திடுக. மேலும், அத் தகடுகள் ஒன்றையொன்று தொடாதிருப்பதற்கேற்ப அவற்றின் உச்சி முனைகளை வளைத்திடுக. முதலில் இந்தத் தகடுகளைக் கடற் பஞ்சு போன்ற காரீயமாகவும்

அதன் பிறகு காரீய பராக்சைடாகவும் உரு மாற்றம் செய்க ; ஒரு 6-வோல்ட்டு பாட்டரியி னின்றும் மின்னோட்டத்தை அனுப்பி இவற் றினைச் செய்யலாம். ஒரு சில நிமிடங்களுக்குப் பிறகு தகடுகளில் ஒன்று செந் தவிட்டு நிறத் தையும் (Red-brown), மற்றொன்று சாம்பல் நிறத்தையும் (Grey) அடைகின்றன. அது நிகழ்ந்ததும் பாட்டரியைக் கழற்றிவிட்டு அஃது இருந்த இடத்தில் ஒரு 2-வோல்ட்டு மின்சாரக் கை விளக்குக் குமிழை இணைத்திடுக. அந்தக் குமிழ் எரியாவிடில், மீண்டும் தகடுகளை ஒரு சில அதிகமான நிமிடங்கள்வரை பாட்டரியுடன் இணைத்து அதன் பிறகு சோதனையைக் கொண்டுசெலுத்துக.



இப்பொழுது படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள வாறு ஒரு சுற்றினை அமைத்திடுக ; இதனால் தகடுகள் மின் குமிழ்வழியாக மின்சாரப் பொத் தானை இயக்குவதால் மின்னூட்டம் பெறச் செய்யப்பெறலாம்; அல்லது மின்னிறக்கம் செய்யப்பெறலாம். ஒரு நிமிட நேரம் பாட் டரியை இணைத்திடுக; அதன் பிறகு மின் குமிழ் எரியும் நேரத்தை விநாடிகளில் குறித்துக் கொண்டு மின் குமிழ்வழியாக மின்னிறக்கம் செய்திடுக. 2, 3, 4 நிமிடங்களுக்கு முறையே மின்னூட்டம் பெறச் செய்தும், மின் குமிழ்வழி யாக மின்னிறக்கம் செய்ததற்குரிய காலத்தைக் குறித்துக்கொண்டும் இச் சோதனையைத் திரும் பத் திரும்பச் செய்திடுக.

மேலும், ஒரு சோதனையில் தகடுகள் அமி லத்தில் பாதி அமிழ்ந்திருக்கும்பொழுது ஒரு சில அளவீடுகளை (Readings) எடுத்திடுக. அமிலத்தில் ஒரு வெப்பமானியை வைத்து ஒரு சிறிது நேரம் மின்னூட்டம் பெறச் செய்த பிறகு வெப்ப நிலையில் ஏதாவது மாற்றம் உள்ளதா என்று கவனித்திடுக. வசதிகள் கிடைப்பின் அரைமணி நேரம் மின்னூட்டம் பெறச் செய்த பிறகு அமிலத்தின் அடர்த்தியில் (Density) ஏதாவது மாற்றம் கண்டு பிடிக்க முடிகின்றதா என்று முயலுக.

6. மிக அதிகமாகப் பயன்படக்கூடிய மின் சேமக் கலத்தை எங்ஙனம் அமைத்திடுவது ?:

செயல் விளக்கக் காரியங்களில் தகடுகளை அமைக்கும் முந்திய முறை மட்டிலுமே பொருத்தமானது.

செயற்படக்கூடிய மின் சேமக் கலத்தை அமைப்பதில் இன்னும் பெரியவையும் கன மானவையுமான தகடுகள் பயன்படுத்தப்பெறு தல் வேண்டும். தகடுகளில் செய்யப்பெற்றுள்ள துளைகளில் வேதியியற் பொருள்கள் பதிக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

கிட்டத்தட்ட 5 மி. மீ. கனமுள்ள காரீயத் தகட்டினைப் பயன்படுத்துக ; சுத்தியால் தட்டப் பெற்ற பழைய வாயுக் குழல் அல்லது நீர்க் குழல் இதற்குப் போதுமானது. இங்குக் குறிப் பிடப்பெற்ற அளவுகளில், துளைகளிடப்பெற்ற தகடுகளைத் தயாரித்து துளைகளை அடியிற் கண்ட பசையினால் நிரப்புக :

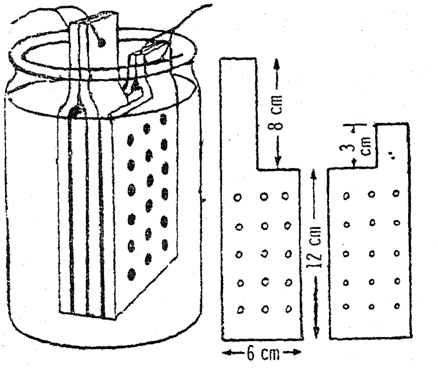
நேர்மின்-வாய்த் தகடு	எதிர் மின்-வாய்த் தகடு
1 பகுதி மஞ்சள் காரீயம்.	6 பகுதிகள் மஞ்சள் காரீயம்
4 பகுதிகள் ஈயச் செந்தூரம்	1 பகுதி கந்தக அமிலம்

1 பகுதி கந்தக அமிலம்.

முன் போலவே 5 மி. மீ. கனமுள்ள மரத்தா லான பிரிக்கும் உறுப்புக்கள் தேவை ; ஆனால் இத் தடவையில் அவை துளைகளிடப்பெற்றி ருத்தல் வேண்டும்.

ஓர் இரப்பர்ப் பட்டை அல்லது கயிற்றினால் இரண்டு எதிர் மின்-வாய்த் தகடுகளை ஒன் றுக இணைத்து அவற்றைப் பிரிக்கும் உறுப்புக் கள் முதலியவற்றில் வைத்துத் தகடுகளை

ஒன்று சேர்த்திடுக. அமைப்பு முழுவதையும் ஒரு நீர்த்த கந்தக அமிலம் நிரப்பப்பெற்றுள்ள



இன்பழ ஊறல் சாடியில் நுழைத்திடுக; அமிலம் தகடுகளை மூடிக்கொண்டிருக்கும் அளவு சாடியில் இருத்தல் வேண்டும்.

முன்போலவே மின்கலம் மின்னூட்டம் செய்யப்பெறுதல் வேண்டும். மின்னூட்டம் செய்யப்பெற்றதும் நேர் மின்-வாய்த் தகடு சிவந்த சாக்கொலட் நிறமாகவும், எதிர் மின்-வாய்த் தகடு இலேசான சாம்பல் நிறமாகவும் இருக்கும்.

7. நிக்கலையும் தாமிரத்தையும் மின் முலாம் பூசுதல் :

இன்று மின் முலாம் பூசுதல் என்பது நாம் ஒவ்வொருவரும் மிகவும் நன்கறிந்த செயலாகும். ஒரு பொருளின்மீது ஓர் உலோகத்தின் அடுக்கு படியுமாறு அமையச் செய்தலே மின் முலாம் பூசுதல் என்பது. எந்த உலோகம் படியச் செய்யப்பெற வேண்டுமோ, அந்த உலோகத்தின் உப்பு அடங்கிய ஒரு மின் முறி கலத்தில் முலாம் பூசப்பெறவேண்டிய பொருள் எதிர் மின்-வாயாகப் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. முலாம் நீடித்து நிற்கவேண்டுமாயின், முலாம் பூசப்பெற வேண்டிய பொருள் நன்றாகத் தேய்க்கப்பெற்று அதன் மீதுள்ள எண்ணெய்ப் பசை நன்கு நீக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; சரியான நேர் மின்-வாய் பயன்படுத்தப்பெற்று, கரைசல் கவனமாகத் தயாரிக்கப்பெற்று, அது கிட்டத்தட்ட 5°C வெப்ப நிலையில் பயன்படுத்தப்பெறுதல் வேண்டும். தாமிர முலாம் பூசுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறும் தாமிர நேர் மின்-வாயும், நிக்கல் முலாம் பூசுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பெறும் நிக்கல் நேர் மின்-வாயும் எண்ணெய்ப் பசையின்றி செய்யப்பெறுதல் வேண்டும். அடியிற் காணப்பெறும் முழுக் காட்டுகள் (Baths) திருப்தியளிக்கக் கூடியவை என மெய்ப்பிக்கப் பெற்றுள்ளது.

தாமிரம்

குயூப்ரிக் சல்ஃபேட் 200 கிராம்
சல்ஃபூரிக் அமிலம் 60 கிராம்
நீர் 1000 மி. கிராம் (வரையிலும்)

நிக்கல்

நிக்கல் சல்ஃபேட் 240 கிராம்
நிக்கல் குளோரைடு 54 கிராம்
போரிக் அமிலம் 30 கிராம்
நீர் 1000 மி. கிராம் (வரையிலும்)

தாமிர முலாம் பூசுதல் : மின் பகு பொருளை ஒரு சாடியில் ஊற்றி அதில் நேர் மின்-வாயாகச் செயற்பட வேண்டிய தாமிரத் துண்டை அமிழ்த்துக. ஒரு பித்தளைத் தகட்டினை நுண்ணிய குருந்தக் கல் துணியினால் தேய்த்து, மக்னீஷியம் என்ற உலோகத்தின் நீறும் (Magnesia), நீரும் கலந்த கலவையைக் கொண்ட பஞ்சுக் கத்தையால் அதினுள்ள எண்ணெய்ப் பசையை நீக்குக. அதனை நீரில் கழுவி, தொட்டியில் அமிழ்த்தி, அதனை 3-வோல்ட்டு மின்சாரக் கைவிளக்குப் பாட்டரியின் எதிர் மின்-முனையுடன் இணைத்திடுக. நேர்மின்–வாயைப் பாட்டரியின் நேர் மின்-துருவத்துடன் இணைத்து மின் சுற்றினை நிறைவாக்குக. இதில் உண்டாக்கப்பெற்ற தாமிரப் படிவினைக் கவனித்திடுக. அதிகத் தீவிரமான மின்னோட்டம் கடற் பஞ்சு போன்ற படிவினை விளைவித்துவிடும்; ஒவ்வொரு 100 சதுர சென்டிமீட்டர் பரப்புக்கு 4 ஆம்பியர் அளவு ஒரு கடினமான படிவிற்குச் சரியான மதிப்பீடாகும்.

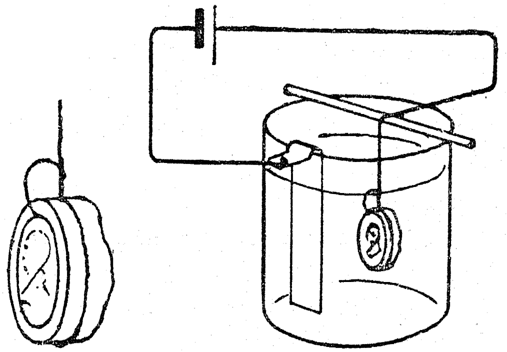
நிக்கல் முலாம் பூசுதல் : முன் போலவே ஒரு தாமிரத் துண்டினைத் தேய்த்துத் தூய்மையாக்கி எண்ணெய்ப் பசையைப் போக்கி அதனை ஒரு எதிர் மின்-வாயாகப் பயன்படுத்துக. ஒரு நிக்கல் சிறு துடுப்பு (Spatula) நேர் மின்-வாயாகப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்; இது கிடைக்காவிடில் ஒரு காரீயத் துண்டு பயன்படுத்தப்பெறலாம்; இதனைப் பயன்படுத்தினால் பயன்படுத்தும்போது மின் பகு

பொருளின் வலிமை குறைந்துவிடும். முன் போலவே பாட்டரியுடன் இணைத்தால் ஒரு நல்ல நிக்கல் படிவு பெறப்படும். பொருளை நன்றாகக் கழுவிய பிறகு நகைத்தொழிலாளரின் செவ்வண்ணப் பசையினையோ (Rouge) அல்லது சிறு சுருட்டுச் சாம்பலையோ ஒரு மென் துகிலில் எடுத்து மெருகிடப்பெறுதல் கூடும்.

8. சாரணர் சின்னம் (Badge) அல்லது பதக்கத்தை (Medal) மின் பகுப்பினால் படியெடுத்தல் :

மின்னச்சு (Electrotyping) என்று வழங்கப் பெறும் இந்தச் செய்முறை தொழில் துறையில் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. படியெடுக்கப் பெற வேண்டிய பொருளின் அச்சு (Mould) செய்யப்பெறுகின்றது. பல்வேறு முறைகளினால் இது மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் தன்மையுடையதாகச் செய்யப்பெறுகின்றது; அதன்மீது மின் பகுப்பு முறையில் தாமிரத்தைப் படியச் செய்து இந்த முத்திரையின் கூடு செய்யப்பெறுகின்றது. அச்சினின்றும் பொருள் அகற்றப்பெற்று, அச்சு உலோகத்தை அதனுள் ஊற்றி அதன் படி (Copy) வலுவாக்கப்பெறுகின்றது.

முதலில் சின்னத்தை ஒரு தூய்மையான புன்சென் சுவாலையில் வெதுவெதுப்பாக்கி அதனைக் கொண்டு ஒரு சிறு மெழுகு வத்தியின் முனை அல்லது ஆல்க்கதின் (Alkathine)*கோலின் மீது ஒரு முத்திரையினைச் (Impression) செய்க. இந்த அச்சின் மேற்பரப்பின்மீது ஒரு பென்சிலின் கரியத்தைச் (Lead) சுரண்டிப்போட்டோ அல்லது கூழ் நிலையான கிராஃபைட் கரியைப் பூசியோ அது மின்னோட்டத்தைக் கடத்தும் தன்மையுடையதாக்கப் (Conductive) பெறுகின்றது. சில இரும்புத் தூள்களைத் தாமிர சல்ஃபேட்டில் நனைத்த பிறகு அதன்மீது தூவி இதனைச் செய்வது மற்றொரு வழியாகும்; தாமிரம் இரும்பினை இடம் பெயரச் செய்து, அச்சின் மேற்பரப்பின்மீது ஒரு தாமிர அடுக்கினால் (படலத்தால்) மூடிவிடும். இப்பொழுது ஒரு தாமிரக் கம்பியினைச் சூடாக்கி அதை மெழுகில் அமுக்குக; இதனைச் செய்யும்பொழுது உருவத்தைக் குலைக்காமல் கடத்தும் மேற்பரப்பில் இணைப்பு ஏற்படச் செய்யப்பெறுகின்றது. தாமிர முலாம் பூசும் மின் பகுபொருளில் அச்சினைத் தொங்கவிடுவதற்கு ஒரு கம்பியினைப் பயன்படுத்துக. இன்னும் அச்சினை நோக்கி



யிருக்குமாறு கரைசலில் ஒரு தாமிரத் துண்டினை நேர் மின்-வாயாகச் செயற்படுவதற்குத் தொங்க விடுக. ஒரு சிறிய மின் தடைமாற்றி வழியாக இதனை ஒரு 3-வோல்ட்டு பாட்டரியுடன் இணைத்து ஓரிரவு முழுவதிலும் அப்படியே வைத்து விடுக. அடுத்த நாள் ஒரு நல்ல உறுதியான தாமிரப் படலம் (அடுக்கு) அதன் மீது படிந்திருக்கும். இதனை அச்சினின்றும் கிழித்து எடுத்து, தேவைப்பட்டால் இந்தக் கூட்டின் பின்புறத்தில் உருகிய பற்றாசினை ஊற்றி அதனை வலுவுடையதாகச் செய்திடுக. ஒரு பேனாக் கத்தியைக்கொண்டு சின்னத்தை ஒழுங்காகச் செதுக்கி அதன் பின்புறத்துடன் ஒரு காப்புக் குண்டூசியைப் (Safety pin) பற்றாசு வைத்துச் சேர்த்திடுக. நீங்கள் விரும்பினால் முற்குறிப்பிட்ட சோதனையிலுள்ளதைப் போலவே இஃது இப்பொழுது முலாம் பூசப் பெறலாம்.

* பல எதிலீன் மூலக்கூறுகள் உறைந்து அமைந்த ஒரு வகை பிளாஸ்டிக்.

இயல் 16

ஒளி படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

A. ஒளி நேர்க்கோட்டில் செல்கின்றது

1. அடிச்சுவடுகளை உண்டாக்கல் :

ஒரு தூசி நிறைந்த சாலை அல்லது மணல் நிறைந்த கடற்கரையைத் தேர்ந்தெடுத்திடுக. தொலைவிலுள்ள ஒரு பொருளில் உங்கள் கண்களைப் பதித்துப் பார்வைக் கோட்டினை மாற்றாமல் அதனை நோக்கி நடந்து செல்க. இப்பொழுது நீங்கள் செய்துள்ள அடிச் சுவடுகளை உற்றுநோக்குக; நீங்கள் ஒரு நேர்க் கோட்டினைப் பின்பற்றியிருப்பதைக் காண்பீர்கள்.

2. ஒரு கயிற்றினால் :

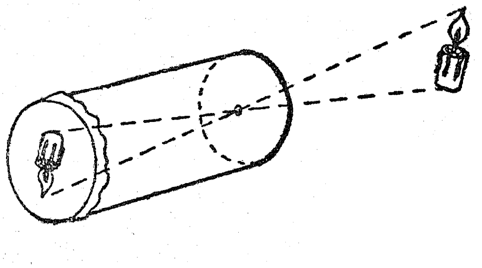
குறைந்தது 25 மீட்டர் நீளமுள்ள ஒரு கயிற்றினைப் பெறுக. கயிற்றின் ஒரு முனையை ஒரு கம்பம் அல்லது மரத்தில் கட்டுக. கயிற்றின் முறுக்கினை இழுத்து மற்றொரு முனையை உங்கள் கண்ணுடன் பிடித்துக் கொள்க. கயிற்றின் நெடுக நோக்கினால், நீங்கள் கயிறு கட்டப் பெற்ற பொருளினைக் காண்பீர்கள். இப்பொழுது கயிறு நெடுக அல்லாத வேறு திசையில் நோக்கினால், நீங்கள் பொருளினைக் காண மாட்டீர்கள். பொருள்களிலிருந்து ஒளி கண்ணுக்கு நேர்க்கோட்டில் வருகின்றது என்பதை இது காட்டுகின்றது.

3. அட்டைகளைக் கொண்டு சோதனை :

கிட்டத்தட்ட 10 செ. மீ. சதுரமுள்ள நான்கு அட்டைத் துண்டுகளை வெட்டுக. அவற்றைச் சிறிய மரத் துண்டுகளுடன் இணைத்து செங்குத்தாக நிற்குமாறு செய்க. இந்த நான்கு அட்டைகள் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரே இடத்தில் துளைகளை இடுக; அஃதாவது இந்த நான்கு அட்டைகளையும் ஒரு நேர்க்கோட்டில் அமைத்தால் நீங்கள் இந்த நான்கு துளைகளின்வழியாகவும் நேராகப் பார்க்கும்படியாகத் துளைகள் அட்டைகளில் அமைதல் வேண்டும். இந்த நான்கு அட்டைகளையும் ஒன்றற்கொன்று 30 செ. மீ. இடைவெளியிருக்குமாறு வைத்து இந்த நான்கு துளைகளின் வழியாகப் பார்த்தால் ஒரு மெழுகுவத்தியின் சுவாலை தெரியுமாறு வத்தியைத் தக்கவாறு வைத்திடுக. இப்பொழுது ஏதாவது ஓர் அட்டையை ஏனையவை இருக்கும் கோட்டிற்கு வெளியே இழுத்திடுக; இப்பொழுது அட்டைத் துளைகளின் வழியாகச் சுவாலையைக் காண முயலுக. நீங்கள் அதனைப் பார்க்க முடிகின்றதா? ஏன் பார்க்க முடியவில்லை? இஃது எதனைக் காட்டுகின்றது ?

4. ஊசித்துளை காமிரா :

ஒரு தகரக் குவளையின் அடி மட்டத்தில் ஒரு நுண்ணிய துளையை யிட்டும், அதன் உச்சிப் பக்கத்தில் இழுத்துக் கட்டப்பெற்ற ஓர் இழையத் தாளில் பிம்பத்தை ஏற்றும் ஓர் ஊசித்துளை-காமிரா இயற்றப்பெறுதல்கூடும். குவளையைச் சுற்றிலும் ஒரு மாநிறத் தாளினைச் சுற்றுக; இதனால் ஒரு காகிதக் குழல் வெளியே துருத்திக் கொண்டு இழையத் தாளுக்குப் பாதுகாப்பாக அமைகின்றது. இது பகல் ஒளி இழையத்தாளில் விழாதவாறு செய்து துளையின்வழியாகத் திரையின்மீது விழும் ஒரு சாளரம் அல்லது மெழுகுவத்திச் சுவாலையின் பிம்பம் உற்றுநோக்கப்பெறுவதற்குத் துணை புரிகின்றது. பிம்பத்தைப்பற்றி நீங்கள் கவனிப்பது என்ன ? ஒளி நேர்க்கோட்டில் செல்லுகின்றது என்பதை இஃது எங்ஙனம் காட்டுகின்றது?

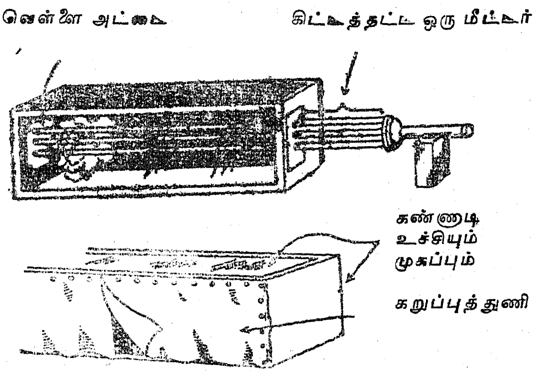


5. ஒளிக் கதிர்களை ஆராய்வதற்கு புகைப் பெட்டியை (Smoke box) இயற்றுதல் :

கிட்டத்தட்ட 30 செ. மீ. அகலமும் கிட்டத்தட்ட 60 செ. மீ. நீளமும் உள்ள ஒரு மரப்

பெட்டியைப் பெறுக; அல்லது அமைத்திடுக. பெட்டியின் உச்சியிலும் முன்புறத்திலும் சாளர கண்ணாடித் தகடுகளைப் பொருத்துக. விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு பின்புறத்தைத் திறப்பாக விட்டு அதனை ஒருதிரைபோல் மூடும் தளர்ச்சியாகத் தொங்கும் கறுப்புத் துணியால் மூடுக. பெட்டியின் மையத்தில் ஒன்றன் மீது ஒன்று 10 செ. மீ. நீளத்திற்குப் படியுமாறு இந்தத் திரையினை இரு பகுதிகளாக அமைத்திடுக. பெட்டியின் உட்புறம் கறுப்பு வண்ணப் பூச்சினால் தீட்டுக. ஒரு முனையின் அடிப் பகுதிக்கும் உச்சிக்கும் கிட்டத்தட்ட நடுப்பகுதியிலும் கண்ணாடி முகப்பினின்று 8 அல்லது 10 செ.மீ. தூரத்திலும் 10 செ.மீ. நீளமும் 5 செ.மீ. அகலமும் உள்ள ஒரு சாளரத்தை வெட்டுக. இது சாளரம் ஒளிக்கதிர்களை விடுவதற்காகும். நீங்கள் இச் சாளரத்தை வெவ்வேறு வகைத் திறப்புக்களைக்கொண்டு மூடலாம்; அட்டையினின்றும் இத் திறப்புக்களை வெட்டி ஓவியக் குண்டூசிகளைக்கொண்டு இணைத்துக் கொள்ளலாம்.

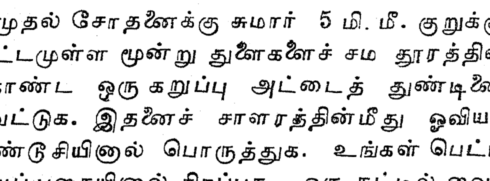
முதல் சோதனைக்கு சுமார் 5 மி. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள மூன்று துளைகளைச் சம தூரத்தில் கொண்ட ஒரு கறுப்பு அட்டைத் துண்டினை வெட்டுக. இதனைச் சாளரத்தின்மீது ஓவியக் குண்டூசியினால் பொருத்துக. உங்கள் பெட்டியைப் புகையினால் நிரப்புக. ஒரு தட்டில் வைக்கப்பெற்ற சிதைவுற்ற மரம், சாம்பிராணி வந்திகள் அல்லது கனிந்து எரியும் சிறு சுருட்டுகள் இவற்றைப் பெட்டியின் ஒரு மூலையில் அமைத்து இது செய்யப்பெறுதல் கூடும். அடுத்து, சாளரத்தினின்றும் கிட்டத்தட்ட ஒரு மீட்டர் தொலைவில் ஒரு மின்சாரக் கைவிளக்கினை அமைத்திடுக. ஒளியை ஓர் இணைக் கற்றையாகக் குவியச் செய்து அதனைச் சாளரத்தின் துளைகளில் விழுமாறு நேராக அமைத்திடுக. பெட்டியினுள் புகையினால் கண்ணுக்குப் புலனாகச் செய்யப்பெற்ற ஒளிக் கதிர்களை உற்றுநோக்குக. ஒளி நேர்க் கோடுகளில் செல்லுகின்றது என்பதை இச் சோதனை காட்டுகின்றதா?



B. ஒளித் திருப்பம்

1. புகைப் பெட்டியினால் ஒழுங்கான ஒளித் திருப்பம் :

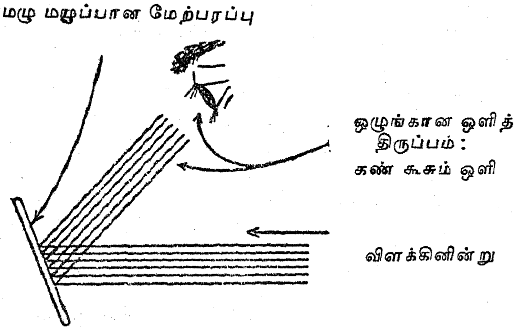
புகைப் பெட்டியைப் புகையினால் நிரப்புக. சென்ற சோதனையில் செய்ததைப் போலவே மின்சாரக் கைவிளக்கு ஒளிக் கற்றையை சாளரத்தின் மூன்று துளைகளின்மீது ஒளிரும்படி செய்க. இப்பொழுது பெட்டியின் உட்புறம் ஒரு சமதள ஆடியைப் பிடித்து ஆடியிலிருந்து ஒளித் திருப்பம் நிகழ்ந்த பிறகும் எவ்வளவு தெளிவாகக் கதிர்கள் வரையறுக்கப்பெறுகின்றன என்பதை உற்றுநோக்குக. இங்ஙனம், ஒளிக் கதிர்கள் சிதறாமல் ஒளித் திருப்பம் அடைந்தால் அவை ஒழுங்காக ஒளித் திருப்பம் அடைகின்றன என்று வழங்கப்பெறுகின்றன.



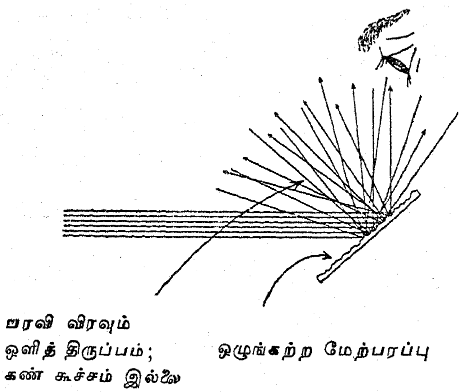
2. புகைப் பெட்டியினால் பரவி விரவும் ஒளித் திருப்பம்:

ஒரு கண்ணாடித் தட்டின்மீது ஒரு செல்லோஃபேன் தாள் துண்டினை வைத்து அதன் மேற்பரப்பு ஒரே மாதிரியாக மங்கலான தோற்றம் பெறும்வரையிலும் அதனை ஓர் எஃகுக் கம்பளத்தைக்கொண்டு தேய்த்துச் சொர சொரப்பாக்குக. இங்ஙனம் மங்கலாக்கப்பெற்ற செல்லோஃபேன் தாளைக் கோந்து அல்லது இரப்பர்ப் பட்டைகளைக்கொண்டு கண்ணாடி

யுடன் பொருத்துக. மின்சாரக் கைவிளக்கின் ஒளிக்கற்றையை புகைப் பெட்டியினுள் பிடித்து



முடிவுகளை உற்றுநோக்குக. இதனை முற்கூறிய சோதனையின் ஒழுங்கான ஒளித் திருப்பத்துடன் ஒப்பிடுக. ஓர் ஒழுங்கற்ற மேற்பரப்பினின்றும் ஒளி, ஒளித் திருப்பத்தால் சிதறச் செய்யப்பெற்ருல் அது பரவி விரவும் (Diffuse) ஒளித் திருப்பம் என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. ஓர் ஆடியினின்றும் ஒளித் திருப்பம் பெறும் ஒளிக் கற்றையுடன் நேரான கோட்டில் பொருந்துமாறு உங்கள் கண்ணை வைத்துக் கொள்க. மங்கலாக்கப்பெற்ற செல்லோஃபேன்



ஒளித் திருப்பியைப் (Reflector) பயன்படுத்தி இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. உற்று நோக்கி வேற்றுமைகளை விவரித்திடுக.

3. இரப்பர்ப் பந்தினுல் ஒளித் திருப்பம் :

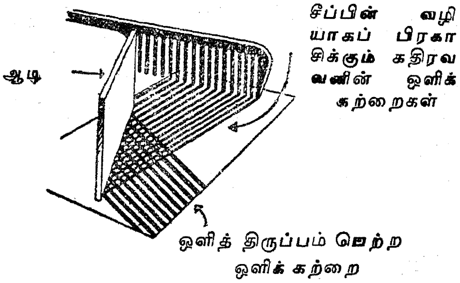
ஓர் இரப்பர்ப் பந்தினை ஒளித் திருப்பம் செய்யும் மேற்பரப்பிற்கு நேராகவும் கோணங்களிலும் துள்ளிக் குதிக்குமாறு செய்து ஒரு தரை அல்லது சுவரிலிருந்து ஏற்படும் ஒளித் திருப்பத்தை ஆராய்க. அந்தப் பந்து மேற் பரப்பினைத் தாங்கும் கோணத்தை உற்றுநோக்கி அஃது ஒளித் திருப்பம் அடையும் கோணத்தையும் உற்றுநோக்கி இரண்டினையும் ஒப்பிட முயலுக.

4. ஆடியினுல் ஒளித் திருப்பம் :

கதிரவனின் ஓர் ஒளிக்கற்றை தாக்கி ஒளித் திருப்பம் அடையும் தரையின் ஓரிடத்தின்மீது ஒரு சமதள ஆடியினை வைத்திடுக. ஒளிக் கற்றை ஆடியைத் தாக்கும் இடத்தின்மீது ஒரு பருக உதவும் வைக்கோல் புற்குழலை நேர் குத்தாக நிறுத்துக. படு ஒளிக்கற்றையாலும் (Incident beam) புற்குழலாலும் செய்யப் பெறும் கோணத்தை ஒளித் திருப்பம் அடைந்த கற்றையாலும் புற்குழலாலும் செய்யப்பெறும் கோணத்துடன் ஒப்பிடுக.

5. ஒளியின் ஒளித் திருப்பம் அடைந்த கற்றைகளை உண்டாக்கல் :

ஒரு வெள்ளை அட்டைத் துண்டின்மீது விழும் கதிரவனின் ஒளிக்கற்றையில் ஒரு சீப்பினைப் பிடித்துக் கொள்க. இந்த ஒளிக் கற்றைகள் பல சென்டி மீட்டர்கள் நீளமாக

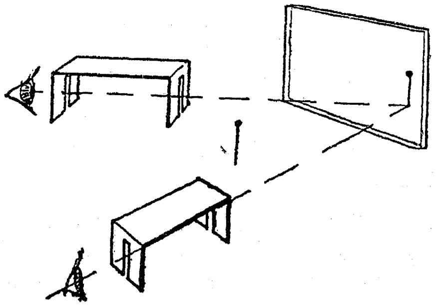


இருப்பதற்கேற்ப அட்டையை ஒரு புறமாகச் சாய்த்திடுக. வழியில் மூலை விட்டமாக ஓர் ஆடியை வைத்திடுக. ஆடியைத் தாக்கும் ஒளிக் கற்றைகள் அதே கோணத்தில் ஒளித்திருப்பம் அடைவதை உற்றுநோக்குக. ஆடியைத் திருப்பி ஒளித் திருப்பம் அடையும் ஒளிக்கற்றைகள் எங்ஙனம் திரும்புகின்றன என்பதை உற்று நோக்குக.

6. ஒளித் திருப்பம் அடையும் ஒளி படிப்பிற்காக எங்ஙனம் பார்வை மணையை (Sighting tool) இயற்றுவது? :

இப்பொழுது 'குண்டுசி ஒளியியல்' காலவண்ணத்திற்கு (Fashion) ஒவ்வாது போயினும்,

இந்த முறை மிகச் சரியான முடிவுகளைத் தர வல்லதாக உள்ளது. குண்டூசிகள் பொருளாக வும் ஒளிக் கதிர்களின் சுவடுகளை அறியவும் பயன்படுத்தப்பெறுவதால் முதல் நிலை மாணாக் கர்களிடையே அடிக்கடி குழப்பம் எழுகின்றது. முதல் சோதனைகளில் பார்வை மணைகள் பயன் படுத்தப்பெறுவதால் இக் குழப்பம் தவிர்க்கப் பெறுகின்றது. 12 செ. மீ. நீளமும் 1·5 செ. மீ.

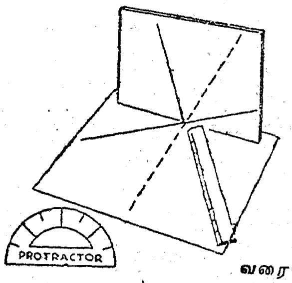


அகலமும் உள்ள ஒரு தகரத் துண்டு ஒரு மணை வடிவில் வளைக்கப்பெறுகின்றது; முனைகள் கால்களாக அமைகின்றன; அவை ஒவ்வொன் றிலும் ஒரு வெட்டுவாள் அலகினைக்கொண்டு ஒரு பிளவு வெட்டப்பெறுகின்றது. ஒரு குண்டூசி ஒரு பொருளாகப் பயன்படுத்தப் பெற்று அதன் பிம்பம் பிளவுகளின் வழியாக நோக்கப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு ஒளியின் வழியினை அடிச் சுவடு பற்றிச் செல்வதற்குப் பென்சில்அடையாளங்கள் இடப்பெறுகின்றன.

7. ஒளித் திருப்ப விதிகள் :

ஒரு வரைகோலைக்கொண்டு ஒரு தாளின் மீது ஓர் உடைபட்ட கோட்டினை வரைக. அடுத்து, அதிலிருந்து ஏதாவது ஒரு கோணத் தில் ஒரு நேர்க்கோட்டினை வரைந்திடுக. இரண்டு கோடுகளும் சந்திக்கும் இடத்தில் ஒரு சிறிய ஆடியினை நேர்க்குத்தாக அமைத்திடுக. ஒளித் திருப்பம் அடைந்த உடைபட்ட கோடு உண்மையான உடைபட்ட கோட்டுடன் ஒரே கோட்டில் அமையும் வரை ஆடியைத் திருப்புக. இப்பொழுது ஆடியில் நோக்கி உங்கள் வரை கோலின் ஒரு முனை நேர்க்கோட்டின் ஒளித் திருப்பத்துடன் ஒரே கோட்டிலிருக்குமாறு வரிசைப்படுத்துக. உங்கள் பென்சிலைக் கொண்டு இக் கோட்டினை வரைந்து ஒரு கோணமானியால் உடைபட்ட கோட்டின் இரு புறங்களிலுமுள்ள கோணங்களை அளந்திடுக.

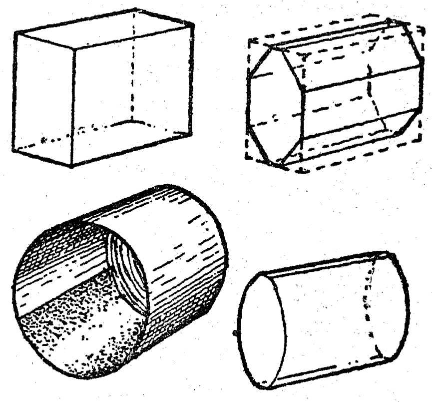
ஒவ்வொரு தடவையிலும் கோணத்தின் அளவை மாற்றிக்கொண்டு இச் சோதனையை



பல தடவைகள் திரும்பத் திரும்பச் செய்திடுக. ஒளி எந்தக் கோணத்தில் ஆடியைத் தாக்கு கின்றதோ அதே கோணத்திலேயே எப்பொழு தும் ஒளித் திருப்பம் பெறுகின்றது என்பதைச் சான்று காட்ட வேண்டும்.

8. கதிர்ப் பெட்டிக்காக எங்ஙனம் உருளை வடி வான வில்லையை இயற்றுவது ?:

5 செ. மீ. நீளம், 3 செ. மீ. அகலம், 6 செ. மீ உயரமுள்ள ஒரு பிளாஸ்டிக்கு (Perspex) அல் லது லூசைட்டுத் (Lucite) துண்டின் ஓரங் களை அரத்தால் அராவுக. ஒரு குருந்தங்கல் தாளின் (Emery paper) அடுக்கு உட்புறமாக ஒட்டப்பெற்ற ஒரு தகரக் குவளையின் உட் புறத்தைப் பயன்படுத்தி அதனைத் தீட்டுக.

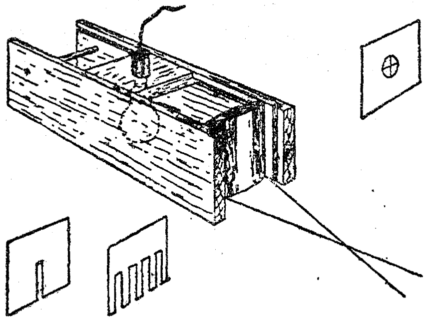


உலோக மெருகிடு பசையையும் பஞ்சையும் கொண்டு இறுதி மெருகிடல் செய்யப்பெறு கின்றது.

9. ஒளிக்கற்றைகட்காக எங்ஙனம் கதிர்ப் பெட்டியை இயற்றுவது?:

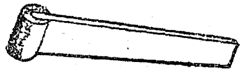
மேலே B-8இல் விவரிக்கப்பெற்ற உருளை வடிவான வில்லை ஒரு கதிர்ப்பெட்டியில் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். இந்த ஆய்கருவி 22 செ. மீ. நீளமும் 6 செ. மீ. அகலமும் உள்ள இரண்டு நீண்ட சதுரமான பக்கங்களைக் கொண்டது; இப் பக்கங்கள் இரண்டும் ஒரு 2 BA கோலினால் ஒன்றுசேர்த்துப் பிடித்துக் கொள்ளப்பெற்றுள்ளது; பெட்டியின் ஒரு முனையில் வில்லை வைக்கப்பெற்றுள்ளது. இந்தப் பெட்டிக்கு அடிப்பக்கம் இல்லை; பயன்படும்பொழுது அஃது ஓவியப் பலகையின்மீது குண்டூசிகளால் குத்திப் பொருத்தப்பெற்றுள்ள தாளின்மீது தங்குகின்றது. இதன் ஒளி மூலம் தானியங்கியின் 12 வோல்ட்டு-24 வாட் விளக்காகும். விளக்குக் கைப்பிடியில் ஒரு மர நழுவத்திலுள்ள துளையில் சரியாகப் பொருந்தக்கூடிய ஒரு பித்தளை சல்லடை அமைந்துள்ளது; இந்த நழுவம்தான் பெட்டியின் உச்சிப் பகுதியாகும். திரைகளையும் வடிகட்டிகளையும் வைப்பதற்கு வில்லையின் முன்புறமாக ஒரு பள்ளம் அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. ஒரு சிறு பிளவுள்ள அட்டை குறுகிய கதிர்களையும் வண்ணந் தீட்டுவோரின் மரம்போல் வண்ணந் தீட்ட உதவும் சீப்பு கற்றைக் கதிர்களையும் தருகின்றன. நழுவும் உறுப்பின் நிலையை ஒழுங்குபடுத்தி ஒருங்கும் கற்றை இணையான கற்றை அல்லது விரியும் கற்றை அடையப்பெறுகின்றன. சமதளக் கண்ணாடித் துண்டுகள், கண்ணாடிக் கட்டைகள், பட்டகங்கள் இவற்றைப் பயன்படுத்திக் கதிர்களைக் கொண்டு வழக்கமாகவுள்ள எல்லாச் சோதனைகளும் செய்யப்பெறுதல் கூடும். ஒரு வளைந்த தகரத்துண்டு காஸ்டிக்கு வளைவினைக் (Caustic curve) காட்டும்.

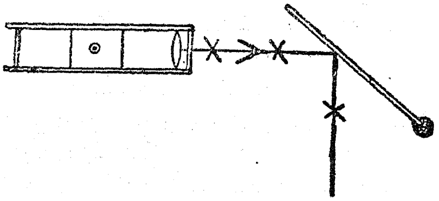
வில்லைகளைக் கொண்டு செய்யப்பெறும் சோதனைகளிலும், ஒளி விலகல் (Refraction) சோதனைகளிலும் விளக்கு எவ்வளவுக்கு இயலுமோ அவ்வளவுக்குக் கீழ் தள்ளப்பெறுதல் வேண்டும்; இதனால் ஒளி தடையின் மேற்புறம் கடந்து செல்வதில்லை. ஒரு துளையினையும் குறுக்குக் கம்பிகளையும் உடைய ஓர் அட்டை ஒளி பெஞ்சு சோதனைகளின் ஒரு மூலமாக வில்லையின் முன்புறம் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.



10. கதிர்ப் பெட்டியுடன் ஒளித்திருப்ப விதிகள்:

ஓர் ஆடித் துண்டு பள்ளத்தோடு கூடிய ஒரு தக்கையில் செருகப்பெற்றோ, அல்லது தாள் கவ்வியில் வைக்கப்பெற்றோ நிற்குமாறு அமைக்கப்பெறுதல் கூடும். தாளின் நெடுக



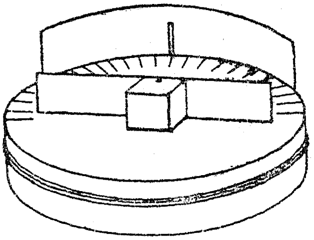


ஒளிரப்பெற்ற ஒளிக்கற்றைகள் சிலுவைக் குறிகளால் (Crosses) குறிக்கப்பெறுகின்றன. படுகதிர்கள் (Incident rays), ஒளித் திருப்பம் அடைந்த கதிர்கள், செங்குத்துக்கோடு இவை பென்சில் கோடுகளால் சிலுவைக் குறிகள் சேர்க்கப்பெற்று பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

11. எளிய ஒளி வட்டத் தட்டு:

சாதாரணமாக ஒரு கோணமானியின் குறுக்கு விட்டத்திற்குக் கிட்டத்தட்டச் சரியான குறுக்கு விட்டத்தைக் கொண்ட ஓர் ஆழங் குறைந்த குவளையைப் பெறுக. அதன் உச்சியின்மீது வைப்பதற்கு ஒரு துண்டு வெள்ளை அட்டையை வைத்திடுக; அதனைக் குவளையுடன் பசையினால் ஒட்டி அதன்மீது பாகைகளை (Degrees) வரைந்திடுக. ஒரு சிறு மரக் கட்டையுடன் ஓர் ஆடித் துண்டினைப் பொருத்தி, அதனை அளவு

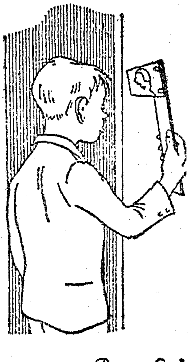
கோலின் நடுவிலும் குவளையின் நடுவிலுமுள்ள துளையொன்றில் தளர்வாகப் பொருந்தக்கூடிய ஆணியின்மீது ஏற்றி அமைத்திடுக. விளக்கப்



படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு செவ்வக வடிவான உலோகத் தகட்டில் ஒரு பிளவினை வெட்டி, அத்தகட்டினை அசையாது பொருத்தி, குவளையின் பரிதியுடன் பொருந்தும் படியாக வளைத்திடுக; இந்த ஏற்பாட்டில் தகட்டிலுள்ள பிளவு வட்டமான அளவுகோலில் 90° அடையாளத்திற்கு எதிராக இருக்குமாறு அது பொருத்தப்பெறுதல் வேண்டும். கதிரவன் ஒளி அல்லது வேறு ஏதாவது தொலைவிலுள்ள ஒளி மூலம் எறியும் ஒரு கதிர் தகட்டிலுள்ள பிளவின்வழியாக அளவு கோலின் மையத்தில் படும்படியாகக் குவளையை பெஞ்சின் மீது வைத்திடுக. ஒளி தன்னுடைய வழியிலேயே ஒளித் திருப்பம் பெறுவதற்கேற்ப ஆடியை ஒழுங்குபடுத்துக. இப்பொழுது ஆடியை 10° கோணத்தில் சுழற்றுக. ஒளித் திருப்பம் செய்யப்பெற்ற கதிர் செல்லும் கோணம் திருப்பப்பெறும்பொழுது நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்?

12. குச்சியின் மீது ஆடி :

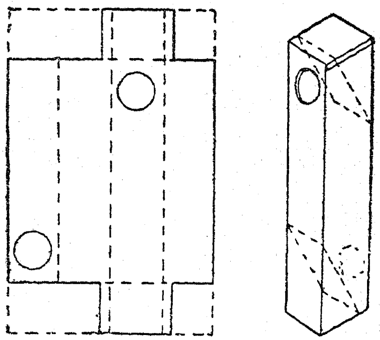
ஒரு காகிதக் கவ்வியைப் பயன்படுத்தி ஓர்



ஆடியை ஒரு வரைகோலின் முனையுடன் இணைத்திடுக. ஒரு கதவின்புறமாக நின்று வாயிலுக்கு வெளியே ஆடியைப் பிடித்திடுக. எங்ஙனம் ஒளித் திருப்பம் அடைந்த ஒளி மூலையைச் சுற்றிலும் பார்ப்பதற்கு உங்கட்குத் துணை புரிகின்றது என்பதை விளக்குக.

13. எங்ஙனம் மாதிரி பெரிஸ்கோப்பினை இயற்றுவது?:

2 செ. மீ. இடைவெளி இருக்கும்படியாக ஓர் அஞ்சலட்டையின் நீளப் புறத்திற்கு இணையாக இருக்கும்படி மூன்று கோடுகளை வரைந்திடுக. இக் கோடுகள் அட்டையை நான்கு துண்டு

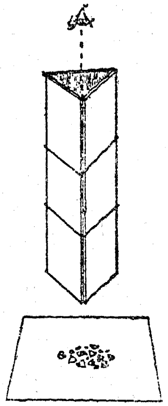


களாகப் பிரிக்கும். விளக்கப் படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ளவாறு முனைகளினின்றும் 2 செ. மீ. அகலமுள்ள துண்டுகளை வெட்டிவிடுக. ஒரு தக்கைத் துளைப்பானைப் பயன்படுத்தி படத்திலுள்ளவாறு பொருத்தமான இடங்களில் துளைகளை வெட்டி, அட்டையினை ஒரு செவ்வகப் பெட்டியாக மடித்திடுக. பிளாஸ்டிக் காரை அல்லது கோந்துள்ள தாளினைப் பயன் படுத்தித் துளைகளுக்கு எதிராக சிறிய ஆடித் துண்டுகளை ஒட்டுக.

14. பல-கோலங்காட்டியை (Kaleidoscope) எங்ஙனம் இயற்றுவது ?:

கிட்டத்தட்ட 10 செ. மீ. நீளமும் 3 செ. மீ. அகலமும் உள்ள இரண்டு ஆடித் துண்டுகளையும் அதே அளவுகளுள்ள ஓர் அட்டைத் துண்டினையும் இரப்பர் பட்டைகள் அல்லது கோந்துப் பசையுள்ள தாளினைக் கொண்டு ஒன்றாக இணைத்திடுக. இங்ஙனம் அமைந்துள்ள ஒரு கோண வடிவமுள்ள ஒரு பட்டகத்தின் அச்சின் வழியாகக் காண்க. அதன்வழியாகப் பார்க்கப்

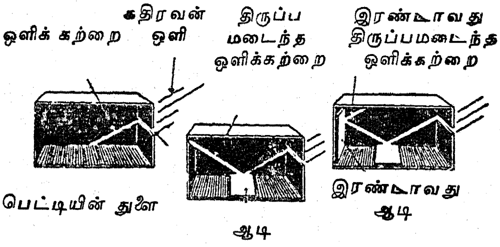
பெறும் பொருள்கள் ஓர் ஒழுங்கான கோலத்தை உண்டாக்கும். வெள்ளி முலாம் பூசப்பெற்ற



கண்ணாடி கிடைக்காவிடில், சாதாரணக் கண்ணாடியின்மீது பூசப்பெறும் கறுப்பு வண்ணப் பூச்சு நல்ல விளைவுகளை உண்டாக்கும்.

15. இரட்டை ஒளித் திருப்பம் :

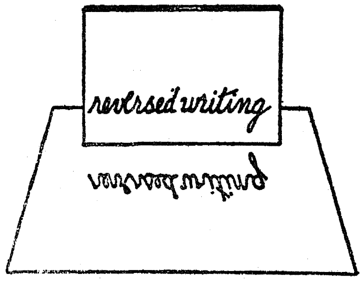
ஓர் அட்டைப் பெட்டியின் ஒரு முனையில் கிட்டத்தட்ட 1 செ. மீ. அகலமுள்ள ஒரு பிளவினை வெட்டிடுக. பெட்டியின் அடி மட்டம்



வரையில் இந்தப் பிளவு வெட்டப்பெறல் வேண்டும் என்பதை நினைவு கொள்க. பெட்டியை ஒரு பக்கமாக அமைத்து, அதனைப் பிரகாசமான கதிரவன் ஒளியில் வைத்திடுக. கதிரவன் ஒளிக் கற்றை பெட்டியின் அடி மட்டத்தின் நெடுக விழுமாறு பெட்டியை ஒழுங்குபடுத்துக; விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஆடிகளை வைத்திடுக.

16. தலைகீழான எழுத்து :

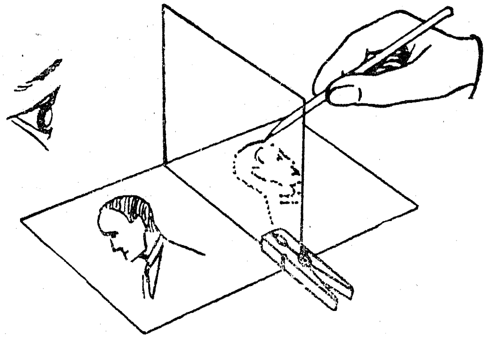
ஒரு சாதாரண வெள்ளைத் தாளின்கீழ் ஒரு கரித் தாளினைக் (Carbon paper) கரியுள்ள பக்கம் மேற்பக்கமாக வைத்து ஒரு தலைகீழான எழுத்தினை உண்டாக்குக. தாளின்மீது ஏதாவது எழுதுக; அதன் மறுபுறம் தலைகீழான எழுத்து அமைந்திருப்பதைக் காண்பீர்கள்



ஓர் ஆடியின் முன்புறமாக இந்த எழுத்தினைப் பிடித்துக்கொண்டு அதனைப் படித்திடுக. நீங்கள் ஆடியில் தாளை நோக்கிக் கொண்டிருக்கும்பொழுது அதன்மீது ஏதாவது எழுதுக; பென்சிலைக் கவனித்திடுக.

17. ஒளித் திருப்பத்தினால் ஓவியங்களைப் படியெடுத்தல் :

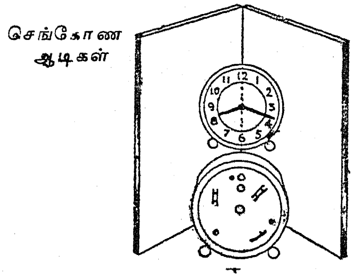
ஒரு தெளிவான கண்ணாடியினைப் பெஞ்சின் மீது செங்குத்தாகத் தாங்குவதற்கு ஒருமரத்தாலான ஓர் ஆடைக் கவ்வியினைப் பயன்படுத்துக படியெடுக்கப்பெறவேண்டிய ஓவியத்தைக் கண்ணாடியின் ஒரு பக்கத்திலும் ஒரு வெள்ளைத் தாளினை அதன் மறுபுறத்திலுமாக வைத்திடுக.



கண்ணாடியின் வெள்ளைத் தாளினைப் பார்த்திடுக; அதன்மீது ஓவியத்தின் ஒளித்திருப்பத்தினை (Reflection) வரைந்திடுக. கண்ணாடி ஏன் செங்குத்தாக இருத்தல் வேண்டும்? ஓவியத்தின் படி அதன்மூலம் முன்மாதிரியினின்றும் எங்ஙனம் வேறுபடுகின்றது? நீங்கள் வரைந்துகொண்டுள்ள தாளின்மீது பகல் ஒளி படாமல் தடுப்பது எங்ஙனம் மேம்பாடுடையது?

18. கடிகார முகப்பும் ஓர் ஆடியும் :

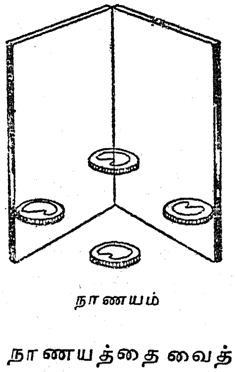
இரண்டு ஆடிகளின் ஓரங்கள் தொட்டுக் கொண்டும் அவை ஒன்று பிறிதொன்றுக்குச் செங்கோணமாக இருக்குமாறும் ஆடிகளை



நிறுத்துக. இந்த இரண்டு ஓரங்களும் நாடாத் துண்டுகளால் இணைக்கப்பெறலாம். ஒரு கடிகாரத்தின் முகப்பின் நடுக்கோடு இரண்டு ஆடிகளின் சந்திப்புக்கு எதிராக இருக்குமாறு கடிகாரத்தை ஆடியின் முன்புறத்தில் வைத்திடுக. பிம்பத்தை உற்றுநோக்கி அதனை ஒற்றையாடியில் பார்க்கப்பெறும் பிம்பத்துடன் ஒப்பிடுக.

19. ஒளித் திருப்பத்தால் பணம் பெருக்குதல்:

ஒரு துண்டு நாடாவினைக்கொண்டு இரண்டு ஆடிகளை ஒன்ருகக் கீல் பொருத்தம் செய்து விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அவற்றை அமைத்திடுக. இரண்டு ஆடிகளுக்கு

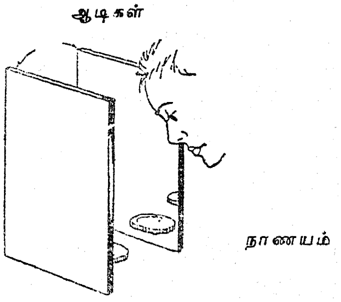


நாணயம்

மிடையே ஒரு நாணயத்தை வைத்து உண்டாக்கப்பெறும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையை உற்றுநோக்குக. ஆடிகளின் கோணத்தை மாறுதலடையச் செய்து பிம்பங்களின் எண்ணிக்கையை உங்களால் அதிகரிக்க முடிகின்றதா என்று பார்த்திடுக. எரியும் ஒரு மெழுகுவத்தியை ஆடிகளுக்கிடையில் வைத்து அதன் பிம்பங்களை உற்றுநோக்குக.

20. இணையான ஆடிகளின் ஒளித் திருப்பம்:

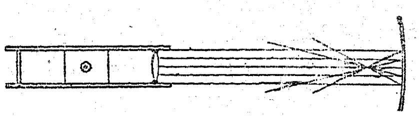
ஒளித் திருப்பம் செய்யும் பக்கங்கள் ஒன்றையொன்று நோக்கியிருக்குமாறு இரண்டு ஆடி



களை அவற்றின் ஓரத்தின்மீது நிற்குமாறு செய்க. ஒரு நாணயம் அல்லது எரியும் மெழுகுவத்தியை ஆடிகளுக்கிடையில் வைத்திடுக. ஓர் ஆடியினுள் நோக்கி எத்தனைப் பிம்பங்கள் அமைந்துள்ளன என்று காண்க. மற்றோர் ஆடியிலும் நோக்குக.

21. கதிர்ப் பெட்டியைக் கொண்டு குழிவான ஆடியினின்றும் ஒளித் திருப்பம்:

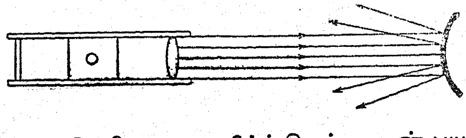
மேலே B-9இல் அமைக்கப்பெற்ற கதிர்ப் பெட்டியினைப் பயன்படுத்துக. ஓர் இணை ஒளிக்



கற்றையினை ஒரு வளைவான தகரத் துண்டின் மீது அல்லது ஓர் உலோக வளையத்தின் ஒரு பகுதியின்மீது விழும்படி செய்து குவியத்-தூரம் நேர் முறையில் அளக்கப்பெறுதல் கூடும்.

22. குவி-ஆடியினின்றும் ஒளித் திருப்பம்:

ஒரு தானியங்கியின் பக்கத்து ஆடியைப் (Wing mirror) போன்ற ஒரு குவி-ஆடியினைப்



பெறுக. இதனை ஒரு கதிர்ப் பெட்டியுடன் பயன்

படுத்தி ஒளித் திருப்பம் அடைந்த கதிர்களை உற்றுநோக்குக. ஒரு சமதள ஆடியின் ஒளித் திருப்பத்துடனும், ஒரு குழிவான-ஆடியின் ஒளித் திருப்பத்துடனும் இதனை ஒப்பிடுக.

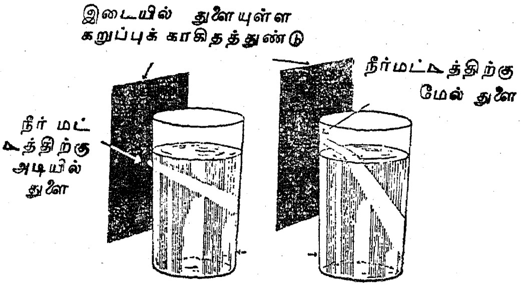
C. ஒளி விலகலும் (Refraction) அதன் பயன்களும்

1. கோல் வளைந்துள்ளது போல் காணப்பெறல்:

ஓர் உயரமான சாடியிலுள்ள நீரில் ஒரு கோலினை வைத்திடுக; கோலின் ஒரு பகுதி நீர் மட்டத்திற்கு மேலிருக்கட்டும். கோல் எந்த இடத்தில் நீரில் நுழைகின்றது என்பதையும், அது வளைந்திருப்பதுபோல் காணப்பெறுகின்றதா என்பதையும் உற்றுநோக்குக. இது ஒளிக் கதிர்கள் நீரினின்றும் காற்றிற்கு நுழையும்பொழுது வளைவதால் அல்லது விலகுவதால் (Refracting) உண்டாகச் செய்கின்றது. நீரில் செல்லுவதைவிடக் காற்றில் ஒளி அதிக விரைவாகச் செல்லுகின்றது; ஆகவே, அஃது ஓர் இடைநிலைப் பொருளினின்றும் (Medium) பிறிதோர் இடை நிலைப் பொருளிற்குக் கடந்து செல்லும்பொழுது அது சிறிதளவு வளைக்கப் பெறுகின்றது.

2. ஒளிக் கற்றையில் விலகல் :

ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்திலுள்ள நீரை புகைப் படலம் போலாக்குவதற்கு அதில் ஒரு சில பால் துளிகளை ஊற்றுக. ஒரு கறுப்பு நிறமான தாள் அல்லது அட்டையில் ஒரு சிறு துளையிடுக. கண்ணாடியை நேர் கதிரவன் ஒளியில் வைத்திடுக. கண்ணாடியின் முன்புறமாக அட்டையைப் பிடித்துக் கொள்க. ஓர் ஒளிக் கற்றை துளையின்வழியாக ஒளிரும். அந்தத்

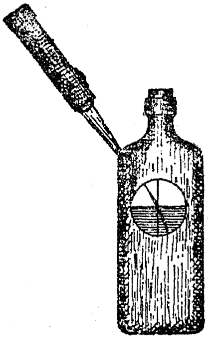


பால் துளிகளைக்கொண்ட கண்ணாடிப் பாத்திரங்கள்

துளை நீர் மட்டத்திற்குச் சற்றுக் கீழிருக்குமாறு அட்டையைப் பிடித்துக்கொண்டு நீரில் அந்தக் கற்றையின் திசையை உற்றுநோக்குக. இப்பொழுது அக்கற்றை மேற்பரப்பைத் தாக்கும் வரையிலும் அட்டையை உயர்த்துக. ஒளிக் கற்றையின் திசையை உற்றுநோக்குக. ஒளிக் கற்றை எந்தக் கோணத்தில் நீரைத் தாக்குகின்றதோ அந்தக் கோணம் நீரில் அக்கற்றையின் திசையை எங்ஙனம் பாதிக்கின்றது என்பதைக் கண்டறிவதற்குச் சோதனை செய்திடுக.

3. ஒளிவிலகல் புட்டியை எங்ஙனம் இயற்றுவது?:

ஒரு மருந்துப் புட்டியின் வெளிப்புறத்தில் கறுப்பு வண்ணப் பூச்சினைத் தீட்டுக. ஒரு பக்கத்தில் ஒரு வட்டத்தைச் சுரண்டுக; இந்த வட்டத்தின் மையம்வரையில் நீரின் மட்டம் இருக்குமாறு புட்டியை நீரினால் நிரப்புக. புட்டி

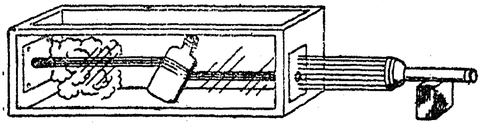


யின் உச்சிவழியாக ஓர் ஒளிக் கற்றையை ஒளிரும்படி செய்க (ஒரு சிறு பரப்பினின்றும் பூச்சு அகற்றப்பெறுதல் வேண்டும்). நீரில் ஒரு துளி பால் விடப்பெற்றால் அஃது ஒளிக் கற்றையை மிக நன்றாகக் காட்டும். ஒரு பாகைமானியைக்கொண்டு (Protractor) படுகோணமும் ஒளி விலகு கோணமும் இப்பொழுது அளக்கப்பெறுகின்றன.

4. புகைப் பெட்டியைக்கொண்டு ஒளி விலகல் காட்டப்பெறுதல்:

ஒரு புகைப் பெட்டியின் (மேலே சோதனை A-5ஐக் காண்க) சாளரத்தின்மீது 8 மி. மீ. சதுரத்தில் ஓர் ஒற்றைத் துளையைக்கொண்டு ஒரு

கறுப்பு நிற அட்டையை இணைத்திடுக. இதற்கு முன்னருள்ள சோதனைகளில் செய்யப்பெற்றதைப் போலவே ஒரு மின்சாரக் கைவிளக்கினைக் கொண்டு ஓர் ஒளிக்கற்றைப் பெட்டியினுள் ஒளிருமாறு ஏற்பாடு செய்க. ஒரு பெரிய செவ்வக வடிவமான புட்டியை நீரினால் நிரப்பிஅதில்



ஒரு சில துளிகள் பால் அல்லது ஒரு சிட்டிகை கஞ்சிப் பசை அல்லது மாவினைச் சேர்த்து நீரினைப் புகைப்படலம் போலாக்குக. புட்டியைத் தக்கையினால் மூடுக. பெட்டியைப் புகையினால் நிரப்புக. ஒளிக் கற்றைக்குச் செங்கோணத்திலிருக்குமாறு புட்டியைப் பிடித்துக்கொண்டு நீரின் வழியாகக் கற்றையின் திசையை உற்று நோக்குக. அடுத்து, புட்டி ஒளிக்கற்றைக்கு வெவ்வேறு கோணங்களிலிருக்குமாறு அதனைச் சாய்த்து எங்ஙனம் புட்டியின் வழியாக ஒளிக் கற்றையின் பாதை பாதிக்கப்பெறுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

5. ஒளி விலகலால் நாணயம் தோற்றமளிப்பதைக் காட்டல்:

மேசையின்மீதுள்ள ஒரு தேக்கிண்ணத்தின் அடி மட்டத்தில் ஒரு நாணயத்தை வைத்திடுக. சற்று அப்பால் விலகி நின்றுகொண்டு கிண்ணத்தின் விளிம்பு அக் கிண்ணத்தின் அடி மட்டத்திலுள்ள நாணயத்தைக் காண்பதில் தலையிடும் நிலையில் உங்கள் பார்வைக் கோட்டினை அமைத்திடுக. மற்றொருவர் கிண்ணத்தினுள் கவனத்துடன் நீரை ஊற்றும்பொழுது நீங்கள் அதே நிலையில் இருக்க வேண்டும். நீங்கள் என்ன காண்கின்றீர்கள்? இதற்கு நீங்கள் என்ன காரணம் கூறுவீர்கள் ?

6. பட்டகம் எங்ஙனம் ஒளிக் கதிர்களைப் பாதிக்கின்றது? :

மேலே சோதனை-C 4இல் செய்ததைப் போலவே புகைப் பெட்டியைப் பயன்படுத்துக. ஓர் ஒற்றை ஒளிக் கற்றையில் ஒரு கண்ணாடிப் பட்டகத்தைப் (Prism) பிடித்துக்கொண்டு எங்ஙனம் அஃது ஒளி விலகுகின்றது என்பதை உற்றுநோக்குக.

7. வில்லைகள் எங்ஙனம் ஒளிக் கதிர்களைப் பாதிக்கின்றன? :

இந்தச் சோதனைகட்கு நீங்கள் வில்லைகளை ஒரு பழைய மூக்குக் கண்ணாடியிலிருந்தோ அல்லது கெட்டுப்போன ஒளிக் கருவிகளினின்றோ எடுத்துக் கொள்ளலாம்; இல்லையாயின் படிக்கும் கண்ணாடி வில்லைகளையும் கை உருப்பெருக்கிகளையும் விலைக்கு வாங்கிக்கொள்க.

மூன்று துளைகளிடப்பெற்ற ஒரு கறுப்பு நிற அட்டையைக்கொண்டு புகைப் பெட்டியின் சாளரத்தை மூடுக. துளைகளின் இடைவெளிகள் ஒரே அளவு தூரங்களில் அமைந்திருக்க வேண்டும்; ஆனால் இரண்டு வெளிப்புறத் துளைகட்கும் இடையிலுள்ள தூரம் உங்கள் வில்லையின் குறுக்கு விட்டத்தைவிட ஒரு சிறிது குறைவாகவே இருக்க வேண்டும். முற்கூறப்பெற்ற சோதனைகளிலுள்ளதைப் போலவே ஒளிக் கதிர்களை அனுப்புவதற்கு மின்சாரக் கை விளக்கினை அமைத்துக் கொள்க. பெட்டியைப் புகையினால் நிரப்பி மூன்று ஒளிக் கற்றையின் பாதையில் ஓர் இருபுறக் குழி வில்லையை (Double convex lens) வைத்திடுக; இந்த அமைப்பில் நடுவிலுள்ள ஒளிக் கற்றை வில்லையின் மையத்தைத் தாக்குகின்றது. ஒளி - மூலத்திலிருந்து வில்லையின் எதிர்ப்புறத்திலுள்ள ஒளிக் கற்றைகளை உற்றுநோக்குக. அவை எங்ஙனம் பாதிக்கப்பெறுகின்றன?

ஓர் இருபுறக் குழி-வில்லையைப் (Double concave lens) பயன்படுத்தி இச் சோதனையைத் திரும்பவும் செய்திடுக. இந்தச் சோதனையில் செய்த உற்றுநோக்கல்களை மேலே சோதனை 6-இல் செய்யப்பெற்ற உற்றுநோக்கல்களுடன் வைத்து ஒப்பிடுக. அடிப்புறத்தோடு அடிப்புறம் ஒன்றாகச் சேர்க்கப்பெற்று செய்யப்பெற்ற இரண்டு பட்டகங்களின் அமைப்பே இருபுறக் குவி-வில்லை என்பதையும், அங்ஙனமே நுனி முனையோடு நுனி முனை ஒன்றாக சேர்க்கப்பெற்று செய்யப்பெற்ற இரண்டு பட்டகங்களின் அமைப்பே இரு புறக் குழி-வில்லை என்பதையும் சிந்தித்துப் பார்த்திடுக.

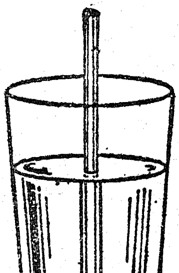
8. புட்டியின் அடிப் பகுதிகளினின்றும் கரடு முரடான வில்லைகள் :

குவிவான அல்லது குழிவான அடிப் புறங்களைக் கொண்ட புட்டிகள் கண்டுபிடிக்கப்

பெறலாம். இயல்-18, இனம்-27 (இ)-இல் குறிப்பிடப்பெற்ற ஏதாவது ஒரு முறையில் இவை வெட்டப்பெற்றுக் கரடுமுரடான விளிம்புகள் ஒரு கல்லின் மேற்பரப்பின்மீது தேய்த்து அகற்றப்பெறலாம். தெளிவான பிம்பத்தை அனுப்புவதற்கு இவை நல்லவை என்பது அரிதாயினும், காய்ந்த புல்லில் கிடக்கும் பழைய புட்டிகளினால் பகலவனின் கதிர்கள் குவியம் செய்யப்பெற்று எங்ஙனம் புதர்த் தீக்கள் பற்றப்பெறுகின்றன என்பன போன்றவற்றை விளங்கச் செய்வதற்கு இவை பயன் படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

9. வில்லைகள் எங்ஙனம் உருப்பெருக்குகின்றன ?:

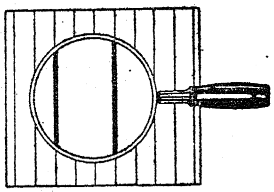
ஒரு பென்சிலை (அல்லது உங்கள் விரலை) ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்திலுள்ள நீரில் தோய்த்து ஒரு பக்கத்திலிருந்து அதனை நோக்குக. அஃது உருப்பெருக்கப்பெற்றுள்ளதா? ஒரு மீன் தொட்டியிலுள்ள மீனை உச்சியிலிருந்து



நோக்கியும், ஒரு பக்கமாக இருந்து நோக்கியும் காண்க. தொட்டியும் நீரும் மீனை உருப்பெருக்கிக் காட்டுகின்றனவா? வட்ட வடிவமான தொட்டிகளில் வைக்கப்பெற்றுள்ள யாளி விதைகள் (Olive) அல்லது வேறு பொருள்களை உற்றுநோக்குக. அவை உருப்பெருக்கிக் காட்டப்பெறுகின்றனவா? தெளிவான கண்ணாடிக் கோலிகள்கூட வில்லைகளாகச் செயற்படுகின்றன.

10. வில்லையின் உருப்பெருக்குத் திறனை எங்ஙனம் அளப்பது? :

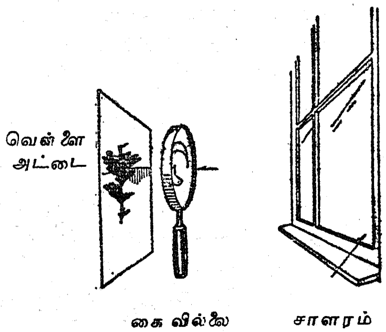
ஏதாவது ஒரு கோடிட்ட தாளின்மீது ஒரு கைவில்லையைக் குவியம் செய்க. வில்லைக்கு வெளியே காணப்பெறும் இடைவெளிகளின் எண்ணிக்கையை வில்லையின் வழியாகக் காணப்



பெறும் ஓர் ஒற்றை இடைவெளியுடன் ஒப்பிடுக. இங்குள்ள விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள வில்லை மும்மடங்கு உருப்பெருக்குகின்றது.

11. குவி-வில்லை எங்ஙனம் ஒரு பட பிம்பத்தை உருவாக்குகின்றது ?:

ஓர் அறையிலுள்ள ஒரு சாளரத்தைத் தவிர எல்லாச் சாளரங்களையும் இருட்டடைப்பு செய்திடுக. ஒரு மாணாக்கனைக்கொண்டு வெளியி

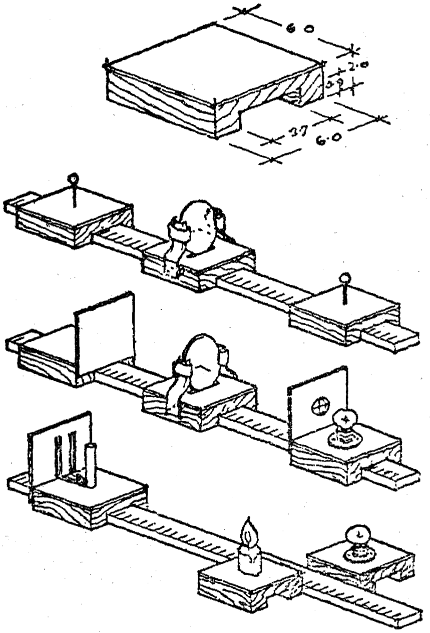


லுள்ள ஒரு காட்சியை நோக்கி சாளரத்தில் ஒரு வில்லையைப் பிடித்துக் கொண்டிருக்குமாறு செய்க. ஒரு பிம்பப் படம் உருவாகும்வரை வில்லையின் அருகில் ஒரு வெள்ளைத் தாளினைக் கொண்டுவருக. பிம்பத்தின் நிலையைப்பற்றி நீங்கள் காண்பதென்ன ?

12. வில்லைகளை ஆராய்வதற்கு எங்ஙனம் எளிய ஆய்கருவியினை (Apparatus) அமைப்பது ?:

ஓர் ஒளி பெஞ்சினை அமைப்பதற்குத் தேவையானவை எல்லாம் ஓர் உறுதியான மேற்பரப்பு அடிகளையும் வில்லைகளையும் பிடித்துக் கொள்ளும் ஏற்பாடு, தூரங்களை அளப்பதற்குரிய வசதியான அமைப்பு இவையேயாகும்.

பெஞ்சின்மீது படுக்கை வசமாகக் கிடத்தப் பெற்றுள்ள ஒரு மீட்டர் அளவுகோல் இந்த எளிய ஆய்கருவியின் அடிப்படையாகத் துணை புரிகின்றது. பள்ளங்களைக்கொண்ட மரக் கட்டைத் துண்டுகள் கொளுவிகளாகச் (Holders) சரிப்படுத்திக் கொள்ளப்பெறலாம். ஒவ்வொருமரக்கட்டையின்மீதும் ஒட்டப்பெறும் தக்கையடுக்கு அல்லது மென்மையானஅட்டை பொருள் குண்டூசி (Object pin), தேடு குண்டூசிகள் (Search pins) போன்ற குண்டூசிகளைக் குத்துவதற்கு எளிதாக இருக்கும்; பக்கங்களில் திருகாணிகளால் பிணைக்கப்பெற்றிருக்கும்



தகரத் துண்டுகள் வசதியான வில்லைக் கொளுவிகளாகச் செயற்படுகின்றன. ஒரு கட்டையின் உச்சியிலுள்ள ஒரு பள்ளம் வில்லையை அதன் நிலையில் வைப்பதற்குத் துணை செய்கின்றது; தகரத் துண்டுகளின் மீதுள்ள இரப்பர்க் குழல் பிடியை உறுதியாக்குகின்றது.

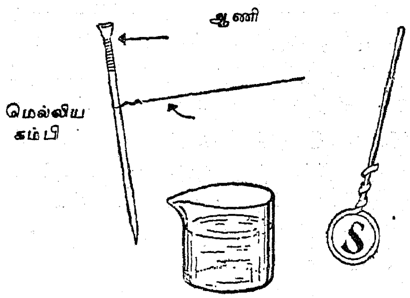
கட்டைகளுடன் பொருத்தப்பெறும் அட்டையும் மின்சாரக் கைவிளக்குக் குமிழ்களும் முறையே திரைகளாகவும் ஒளி மூலங்களாகவும் அப்போதைய ஏற்பாடுகளாகச் செய்து கொள்ளப்பெறுகின்றன. இந்த ஆய்கருவியின் முழு அமைப்பினையும் செய்வது மிகவும் பயனுடையது; இதனால் வில்லைகளைப்பற்றித் தனித்தனி வேலை முயலப்பெறுதல் கூடும். கட்டையின்மீது இரண்டு வாள் வெட்டுக்கள் செய்யப்பெற்ற பிறகு ஓர் உளியைக்கொண்டு ஒரு பள்ளத்தைச் செய்வது எளிதானது.

இந்த ஆய்கருவியினைப் பயன்படுத்தி வேறு பல சோதனைகளைச் செய்ய முயலலாம். எ-டு. ஒளி பற்றிய எதிர்த்தழித்தல் (Interference), கோணுதல் (Diffraction) இவற்றின் சோதனைகளைக் குறிப்பிடலாம்.

13. எளிய நுண்பெருக்கி:

ஒரு கண்ணியை அமைத்திடுவதற்கு ஓர் ஆணியைச் சுற்றிலும் ஒரு தாமிரக் கம்பியை ஒரு சுற்றுச் சுற்றுக. அந்தக் கண்ணியை நீரில் தோய்த்து அதன்வழியாக நோக்குக. மிகப் பழங்காலத்தில் பயன்படுத்தப்பெற்ற நுண்பெருக்கிகளைப் (Microscopes) போன்ற ஒன்றினை நீங்கள் அடைவீர்கள். அத்தகைய ஒரு வில்லை நான்கு அல்லது ஐந்து மடங்கு உருப்பெருக்கும்.

கம்பியை ஒரு கண்ணாடி ஓரத்தின்மீது வேகமாகத் தட்டினால் ஒரு துளி நீர் கீழே விழும்.



கம்பிக்கும் நீருக்கும் இடையேயுள்ள ஒட்டுப் பண்பின் (Adhesion) காரணமாக மீதியுள்ள திரவம் மையத்தில் மிக மெல்லியதாகவுள்ள ஒரு வில்லையை (அஃதாவது ஒரு குழிவான வில்லையை) உருவாக்கும்.

14. நீர்த்துளி நுண்பெருக்கி:

ஒரு கண்ணாடித் தட்டின்மீது கவனமாக ஒரு துளி நீரை வைத்திடுக. துளிக்கு அருகில் உங்கள் கண்ணினைக் கொணர்ந்து நீர்த்துளி வழியாகவும் கண்ணாடிவழியாகவும் ஏதாவது சிறிய பொருளை நோக்குக. இஃது ஓர் எளிய நுண்பெருக்கியாகப் பயன்படுகின்றது.

15. மாதிரி கூட்டு நுண்பெருக்கி (Compound microscope):

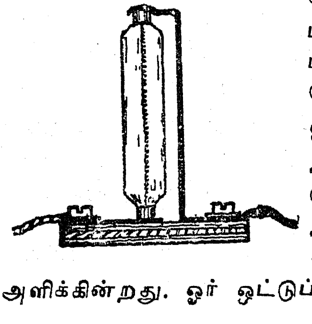
சோதனை-C 12இல் செய்யப்பெற்ற ஒளிப் பெஞ்சின்மீது ஒரு சிறிய குவிய வில்லையை (Focus lens) அமைத்திடுக. ஒரு சாளரத் திரைக்குப் பின்புறமாக வில்லையின் ஒரு பக்கத்தில் ஓர் எரியும் மெழுகுவத்தியை வைத்திடுக. வில்லையின் மறுபுறத்தில் திரையின் மிகத் தெளிவான பிம்பம் உருவாகும் இடத்தில் ஒரு வெள்ளை அட்டையை வைத்திடுக. வெள்ளை அட்டையை அகற்றி அட்டையிருந்த இடத்திற்குச் சற்று அப்பால் இருக்குமாறு மற்றோர் இரு புறக் குவி-வில்லையை வைத்திடுக. இரண்டு வில்லைகளின்வழியாகவும் திரையினை நோக்குக. அது பெரிதாகத் தோற்றமளிக்கும்.

16. மாதிரி ஒளி விலகுமுறைத் தொலை நோக்கி (Refracting telescope):

ஒரு நீண்ட குவிய வில்லையை ஓர் ஒளி பெஞ்சின் முனையில் அமைத்திடுக; அது சாளரத்தின் வழியாக ஏதாவது ஒரு காட்சியை நோக்கியிருக்கட்டும். முன்னைய சோதனையில் செய்ததைப் போலவே, வில்லையின் எதிர்ப்பக்கத்தில் காட்சியின் பிம்பம் மிகத் தெளிவாக உருவாகும் இடத்திற்கு ஒரு வெள்ளை அட்டையைக் கொண்டு வருக. இப்பொழுது அட்டைக்குப் பின்புறமாக, அந்த அட்டை வில்லையின் குவியத் தூரத்திற்கு ஒரு சிறிது அண்மையில் இருக்கும் வரையிலும் ஒரு சிறிய குவிய வில்லையைக் கொண்டு வருக. அட்டையை அகற்றி அந்த இரண்டு வில்லையின்வழியாகவும் அந்தக் காட்சியினை நோக்குக.

17. எங்ஙனம் கோட்டு ஒளி மூலத்தை இயற்றுவது?:

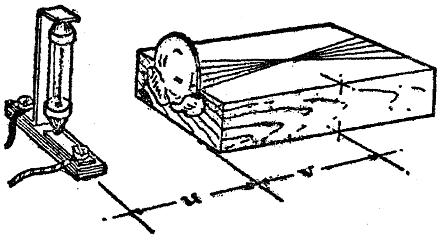
திசைகாட்டிகளிலும் (Direction indicators) மோட்டாரின் உட்புற விளக்குகளிலும் பயன்படுத்தப் பெறுவது போன்ற ஒரு குமிழ் ஒளி பற்றிய சோதனைகட்குரிய பயன்படத்தக்க ஒரு கோட்டு ஒளி மூலத்தை



அளிக்கின்றது. ஓர் ஒட்டுப் பலகைத் துண்டினின்றும் ஒரு வசதியான கொளுவி (Holder) இயற்றப்பெறுதல் கூடும். மரத்தில் ஆணியால் இணைக்கப்பெற்ற தகரத் துண்டுகள், அல்லது திருகாணி கோடிகளால் பிடிக்கப்பெறும் தகரத் துண்டுகள் மூடிகளுடன் மின் இணைப்புக்கள் செய்வதற்குப் பயன்படுத்தப் பெறுதல் கூடும்.

18. பொருளுக்கும் பிம்பத்திற்குமுள்ள வில்லையின் தொடர்புகள் :

பிளாஸ்டிக் பசையினைக்கொண்டு வில்லை ஒரு மரக்கட்டையின் முன்புற ஓரத்துடன் இணைக்கப் பெறுதல் கூடும். கதிர்கள் குறுக்கே சந்திக்கும்



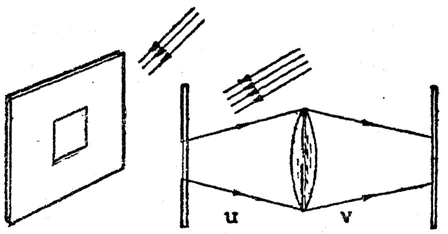
இடந்தான் பிம்பத்தின் இடமாகும். ஒருவரைப் படத்தில் (Graph) yக்கு எதிராக uவைக் குறித்து (Plot) அடியிற்கண்ட வாய்பாட்டினை சோதித்தல் கவர்ச்சிகரமான செயலாகும்.

$$\frac{1}{u}+\frac{1}{v}=\frac{1}{f}$$

19. பொருளுக்கும் பிம்பத்திற்குமுள்ள வில்லையின் தொடர்புகள் (ஒளி மூலமின்றி):

கிட்டத்தட்ட 5 செ. மீ. சதுரமுள்ள ஆடியொன்று ஓர் ஒளி மூலத்தினை ஈடு செய்தல் கூடும். ஆடியின் மையத்தினின்றும் 1 செ. மீ. தூரத்திற்கு வெள்ளிமுலாம் நீக்கப் பெற்ற இடமே பொருளாக அமைகின்றது.

ஆடி ஒளியை நோக்கியிருத்தல் வேண்டும்; இப்பொழுது ஒளிக்கு அப்பால் உள்ள பக்கத்



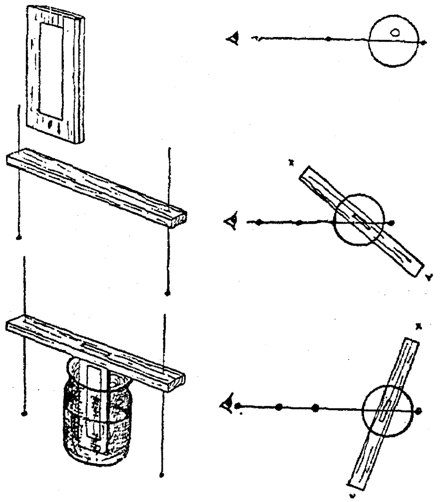
தில் வைக்கப்பெற்றுள்ள அட்டையில் பிம்பம் ஏற்றுக்கொள்ளப்பெறுதல் கூடும்.

$\frac{\text{பிம்பத்தின் அளவு}}{\text{பொருளின் அளவு}}$ என்ற உறவு முறையும் கூட சோதிக்கப்பெறுதல் கூடும்.

20. மாறுதானக் கோணம் (Critical angle):

இரண்டு நுண்பெருக்கி நழுவங்களினின்றும் (Slides) ஒரு காற்று அறையை (Air cell) அமைத்திடுக; ஒரு மெல்லிய தகரத் தகட்டுச் சட்டத்தை வெட்டி அதனை கானடா பால்சம் பசை அல்லது போஸ்டிக் சீமைக் காரையினைக் கொண்டு நழுவங்களுக்கிடையில் ஒட்டி இதனை அமைத்திடலாம்.

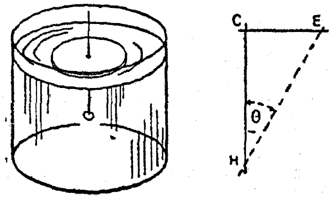
கிட்டத்தட்ட 20 செ. மீ. நீளமுள்ள ஒரு மரத்துண்டிலுள்ள ஒரு சிறு துளையில் இதனைப் பொருத்துக. இந்த மரத் துண்டின் முனைகளில் குறி முட்களாகத் துணை செய்வதற்கு இரண்டு தையலூசிகளைச் செலுத்துக; இவை மோட்டு மரச் சட்டத்தைக் (Lath) காட்டுகின்றன.



காற்றறை (Air cell) குடுவையினுள் இருக்குமாறு, இந்தச் சட்டம் நீருள்ள ஒரு குடுவையின் மீது அமைந்திருக்கும்பொழுது, குடுவை நிற்கும் தானை இத் தையலூசிகள் தொட்டுக் கொண்டிருக்க வேண்டும். இதுதான் 'மாறு தானக் கோண ஆய்கருவி' என்பது. இது பயன்படுங்கால் குடுவையின் ஒரு குறுக்கு விட்டத்தால் மூன்று குண்டூசிகளின் அடிக்கோடு பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. ஒரு முழு ஒளித் திருப்பம் நிகழும்வரை கோல் நகர்த்தப்பெறுகின்றது. இதற்கு இரண்டு இடங்கள் இருக்கும்; ஒவ்வொன்றிலும் ஊசியின் முனைகள் குறிக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

21. நீரின் மாறுதானக் கோணத்தை அளத்தல் :

மெழுகு தடவப்பெற்றுள்ள ஓர் அட்டையினின்றும் 4 செ. மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு வட்டத் துண்டினை வெட்டுக. அட்டையின் மையத்தில் ஒரு நீண்ட குண்டூசியினைச் செலுத்தி அதனைத் தலைகீழாக நோக்கியிருக்குமாறு நீருள்ள ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில்



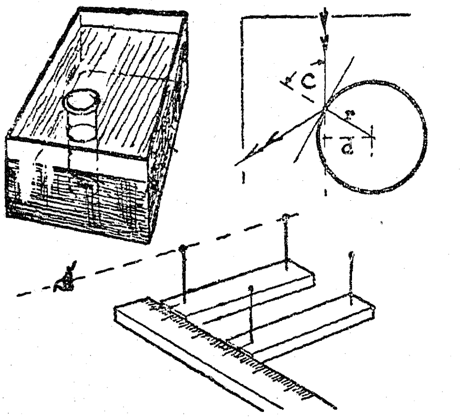
மிதக்க விடுக. குண்டூசியின் தலையை மேற்பரப்பின் மேலிருந்துகொண்டு நோக்கினால், அஃது அட்டையின் பின்புறத்தில் சற்று மறையும் அளவுக்கு அதன் நிலை ஒழுங்குபடுத்தப் பெறுதல் கூடும் எனபதை அறியலாம். இந்த நிலையில் குண்டூசியின் தலையினின்றும் ஒரு கதிர் ஒளி விலகச் செய்யப்பெறுகின்றது; இங்ஙனம் செய்யப்பெறுங்கால் அக் கதிர் கண்ணுக்கு எட்டாமல் மேற்பரப்பின் வழியாகவே போய் விடுகின்றது.

கோணம் θ நேராக அளக்கப்பெறலாம்; அல்லது $\frac{CE}{CH}$ என்பதை அளந்து டாஞ்சென்டு அட்டவணைகளைப் பயன்படுத்தி அது கணக்கிடப்பெறலாம்.

22. மற்றொரு மாறுதானக் கோணச் சோதனை:

ஒரு சிறு மாதிரிக் குழல் அல்லது மாத்திரைப் புட்டியை ஒரு செவ்வக வடிவக் கண்ணாடித் தொட்டியில் வைத்து அதனைத் தொட்டியின் பக்கங்களின் வழியாக நோக்குக. குழலின் மையப் பகுதி உருளை வடிவான ஒரு விரிவு செய்யும் வில்லையாகச் (Diverging lens) செயற்படும்; ஆனால் அதன் விளிம்புகள் வெள்ளி முலாம் பூசப்பெற்றதுபோல் தோற்றமளிக்கும்.

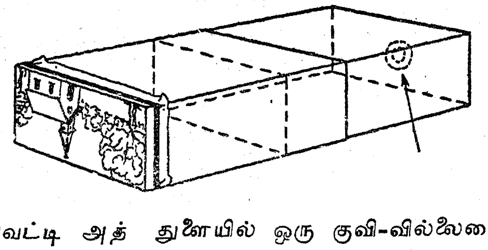
கதிர் விளக்கப் படத்தினின்றும் $\sin C=\frac{d}{r}$ என்பது அறியப் பெறும்.



தொட்டியின் முகப்பிற்கு இணையாகவுள்ள ஓர் அளவுகோலுக்குப் பார்வை மணைகளின் (Sighting stoois) முனைகள் எதிராக இருக்கு மாறு வைக்கப்பெற்றுள்ள அந்த மணைகளைப் பயன்படுத்தி இந்த இரண்டு தூரங்களும் அளக்கப்பெறுதல் கூடும்.

23. காமிரா எங்ஙனம் செயற்படுகின்றது? :

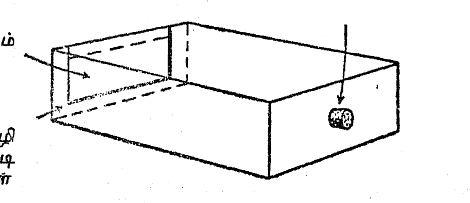
ஒன்றோடொன்று சற்று இறுக்கமாகப் பொருந்தக்கூடிய இரண்டு பெட்டிகளைக் கைவசப்படுத்துக. ஒவ்வொரு பெட்டியினின் றும் ஒரு முனையை வெட்டியெறிந்து வெட்டப் பெற்ற முனைகள் சேர்ந்து இருக்குமாறு ஒன்றி னுள் ஒன்றை நழுவச்செல்லுமாறு செய்திடுக. இப்பொழுது ஒரு பெட்டியின் பின் முனையை வெட்டி அதன்மீது எண்ணெய்ப் பசை ஒட்டாத தாள் அல்லது இழையத்தாள் (Tissue paper) ஒன்றினைப் பொருத்துக. மற்றொரு முனையில் ஒரு வில்லையின் அளவிற்கு ஒரு துளையை



வெட்டி அத் துளையில் ஒரு குவி-வில்லையை அமைத்திடுக. இப்பொழுது காகிதத் திரையின் மீது வெளிப்புறத்திலுள்ள ஒரு காட்சியின் பிம் பத்தை வில்லை குவியச் செய்யும் வரையிலும் பெட்டிகளையும் உள்ளேயும் வெளியிலும் நகர்த் துக. இந்த மாதிரியமைப்பில் தாள் இருக்கும் இடத்தில்தான் ஒரு காமிராவில் கூருணர்வுள்ள ஃபிலிம் வைக்கப்பெறுகின்றது.

24. ஊசித்துளை-காமிராவைக் கொண்டு எங்ங ,னம் படத்தை எடுப்பது? :

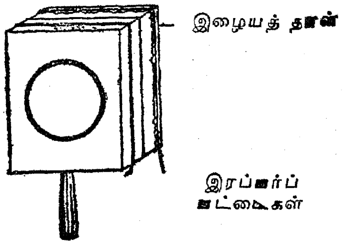
ஒரு சுண்ணக்காம்புப் பெட்டி போன்ற ஒரு மரப்பெட்டியினின்றும் ஓர் ஊசித் துளை காமி ராவை இயற்றுக (இந்த இயல் சோதனை—A 4 ஐக் காண்க). அதன் உட்புறம் கறுப்பு வண்ணம் தீட்டுக. ஒரு முனையின் மையத்தில் 1 செ. மீ. துளையிடுக. பெட்டியின் உட்புறம் ஒரு மெல்லிய உலோகத் தகட்டினைக்கொண்டு துளையினை மூடுக. ஓர் ஊசியைக்கொண்டு உலோகத் தகட்டின் மையத்தில் ஒரு துளை யிடுக; அத்துளை மிக ஒழுங்காக இருக்கின்றதா என்பதை உறுதி செய்துகொள்க. பெட்டியின் எதிர்ப் பக்கத்தில் உட்புறமாக வெட்டப்பட்ட ஃபிலிமின் பகுதிகள் நழுவிச் செல்லச் செய் வதற்கேற்ப வழிகாட்டிகளைப் (Guides) பொருத்துக. ஊசித் துளையை மூடும் பொருட்டுத் துளையில் ஒரு தக்கையை இறுக்க மாகப் பொருத்துக. ஓர் இருட்டறையில் ஏதாவது ஒளிப்பட ஃபிலிமை வழிகாட்டிகளில் நழுவிச் செல்வதற் கேற்பச் சரியான அளவு களில் வெட்டுக. பெட்டியின் மேற்புறத்தை மூடிக் காமிராவை வெளிப்புறமாக எடுத்திடுக.



நீங்கள் எடுக்க விரும்பும் காட்சியை நோக்கிக் காமிராவை வைத்துக்கொள்க. ஒரு விநாடி நேரம் அல்லது இரண்டு விநாடி நேரம் தக்கையை அகற்றித் திரும்பவும் அமைத்து விடுக. இருட்டறையில் திறந்து காட்டப் பெற்ற ஃபிலிமை அகற்றி உருத்துலக்குக; அல்லது கறுப்புத் தாளில் சுற்றி உருத்துலக்கு வதற்கு ஒளிப்படக் கடைக்கு எடுத்துச் செல்க.

25. எளிய பார்வைக் காமிரா:

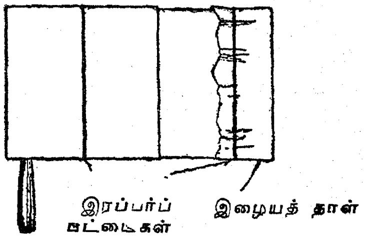
ஓர் எளிய பார்வைக் காமிரா அடியிற் கண்டவாறு செய்யப்பெறுதல் கூடும். ஒரு கை வில்லையைக்கொண்டு தொலைவிலிருக்கும் குன்று அல்லது மரத்தின் பிம்பத்தை அட்டையின்மீது குவியச் செய்திடுக. அட்டைக்கும் வில்லைக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தை அளந்திடுக; அட்டைத் துண்டின் உயரம் இந்தத் தூரத்திற்குச் சமமாக இருக்குமாறு அதனினின்றும் ஒரு சிறு துண்டு அட்டையினை (Carton) வெட்டுக. அடிப்புறத்தின் மையத்தில்



வில்லையைவிட ஒரு சிறிது குறைவாக இருக்குமாறு ஒரு துளையை வெட்டுக. முதல் துளையின் அளவைப் போன்ற ஒரு துளையினையுடைய ஓர் அட்டையைக்கொண்டு இந்தத் துளையின்மீது வில்லையைப் பொருத்துக. பெட்டியின் திறந்துள்ள உச்சியின்மீது ஒரு மெல்லிய இழையத் தாளைக் கட்டுக. ஓர் இருட்டறையில் இதன் வில்லை ஒரு சாளரத்தை நோக்கியிருக்குமாறு வைத்து இந்தப் பார்வைக் காமிரா பயன்படுத்தப்பெறலாம்.

26. குவியம் செய்யும் பார்வைக் காமிரா:

சோதனை-C 25இல் விவரிக்கப்பெற்றதைப் போன்ற அதே முறையில் ஒரு குவியம் செய்யும் பார்வைக் காமிரா இயற்றப்பெறுதல் கூடும். குவியத்திற்கு இணங்குவதற்காக ஓர் இரண்டாவது பெட்டி முதல் பெட்டியில் நழுவிச் செல்லுமாறு அமைக்கப்பெற்றுள்ளது. நோக்கப்பெறும் பொருள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு ஒளியுள்ளதாக உள்ளதோ அவ்

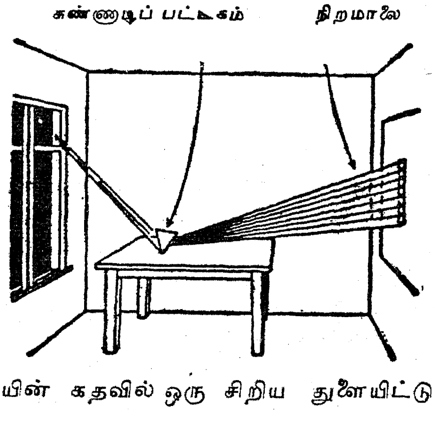


வளவுக்கவ்வளவு இழையத் தாளின் திரை இருண்டதாகக் காணப்பெறும்; முடிவுகளும் மிக நல்லனவாக இருக்கும்.

D. நிறம்பற்றிய சோதனைகள்

1. கதிரவன் ஒளியின் நிறம் என்ன? :

பகலவன் ஒளி பிரகாசிக்கும் அறையொன்றில் இருட்டடைப்பு செய்திடுக. பல



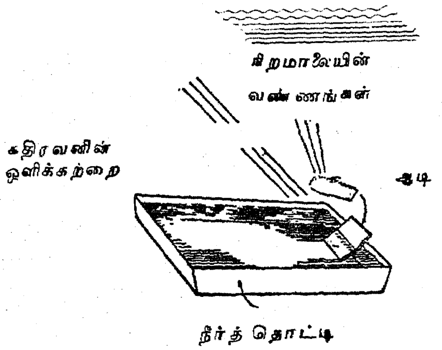
கணியின் கதவில் ஒரு சிறிய துளையிட்டு ஒரு மெல்லிய ஒளிக்கற்றையை உள்ளே வரும்படி செய்க. ஒளிக்கற்றையின்மீது படும்படியாக ஒரு கண்ணாடிப் பட்டகத்தைப் பிடித்து எதிர்ப்புறச் சுவரில் அல்லது கூரை முகட்டில் 'நிறமாலை' எனப்படும் வண்ணங்களின் பட்டையை உற்றுநோக்குக. கதிரவனின் நிறமாலையில் இங்ஙனம் காணப்பெறும் நிறங்களின் பெயர்களை உங்களால் சொல்ல முடியுமா ?

2. நிற மாலையின் வண்ணங்களை ஒன்றுக வைத்தல்:

கதிரவனின் வெண்ணிற ஒளியினின்றும் பட்டகத்தின் எதிர்ப் பக்கத்தில் நிறப்பட்டையில் படிக்கும் கண்ணாடி வில்லையொன்றினைப் பிடித்துக்கொள்க. சுவரின்மீதுள்ள நிறப்பட்டைக்கு என்ன நிகழ்கின்றது ?

3. நிற மாலையை உண்டாக்கும் மற்றொரு வழி:

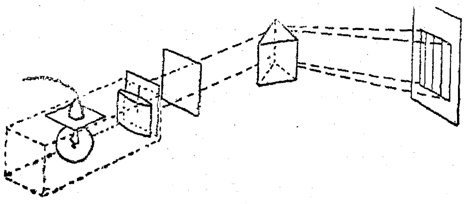
பிரகாசமான கதிரவன் ஒளியில் நீருள்ள ஒரு தொட்டியினை வைத்திடுக. ஒரு சிறு செவ்வக ஆடியினை அதன் உட்புற முனைக்கு



எதிராகச் சாய்த்துப் பிடித்து நிறமாலை அல்லது வண்ணப்பட்டை சுவரில் தோன்றுமாறு அதனை ஒழுங்குபடுத்துக.

4. கதிர்ப் பெட்டியினைக்கொண்டு நிறமாலையை ஆய்தல்:

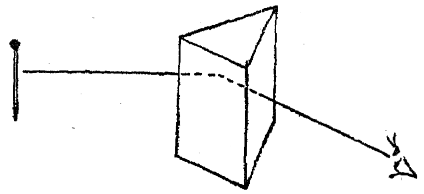
ஒரு கதிர்ப் பெட்டியைப் பயன்படுத்தினால் ஓர் இணை ஒளிக் கற்றையினின்றும் ஒரு கண்ணாடிப் பட்டகம் ஒரு நல்ல நிறமாலையை உண்டாக்கும். வில்லைக்கு முன்னர் கதிர்ப் பெட்டி ஒரு குறுகிய பிளவினைப் பெற்றிருத்தல் வேண்டும்; ஓர் அட்டைத் துண்டில் இத்தகைய பிளவினை வெட்டிக் கொள்ளலாம். ஒளிக்



கற்றையின் குறுக்கே ஊன் பசை வடிகட்டிகளையும் பொட்டணம் கட்டும் தாள்களையும் வைத்தால் அவை சில நிறங்களை வெளிவிடாமல் அடக்கிக்கொள்ளும். எடுத்துக்காட்டாக, ஓர் ஒளி புகும் ஊதா நிறக் காகிதத்தைப் பயன்படுத்துங்கால், சிவப்பு, நீல நிறக் கதிர்கள் மட்டிலுந்தான் திரையில் காணப்பெறும்.

5. கோட்டு நிறமாலையை (Line Spectrum) எங்ஙனம் காண்பது?:

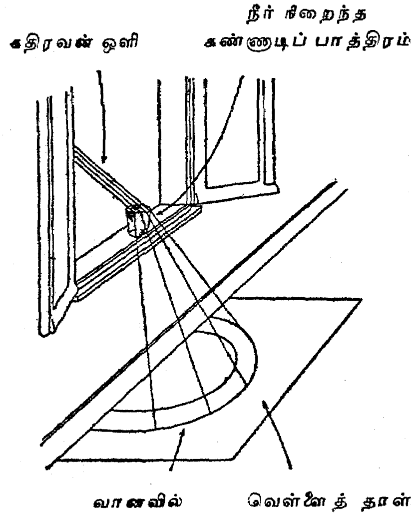
ஓர் எளிய ஒளிப் பிளவினை (Optical slit) உண்டாக்கவேண்டுமாயின் ஓர் ஆடியின் பின்புறத்திலுள்ள வெள்ளி முலாமில் ஒரு சிறு பகுதியை ஓர் ஊசியினைக்கொண்டு சுரண்டுக; அல்லது இதே முறையில் ஒரு மங்கிய ஒளிப்



படத் தட்டினின்றும் சிறிதளவு பசைக் குழம்பினை நீக்குக. ஒரு கோட்டு நிறமாலையைக் காணவேண்டுமாயின், பிளவிற்குப் பதிலாக ஓர் ஊசி பட்டகத்தின் ஒளிவிலகும் முனைக்கு இணையாக வைக்கப்பெற்றுச் சோதனை செய்யப் பெறவேண்டிய ஒளியினால் ஒளிபெறச் செய்தல் வேண்டும்.

6. வான வில்லை உண்டாக்குவதெங்ஙனம்?:

பிரகாசமான கதிரவன் ஒளிபடும் சாளரத்தின் விளிம்பில் நீர் நிறைந்த கண்ணாடிப் பாத்திரம் ஒன்றினை வைத்திடுக. அஃது ஓரளவு சாளர விளிம்பின் உட்புற ஓரத்தில்



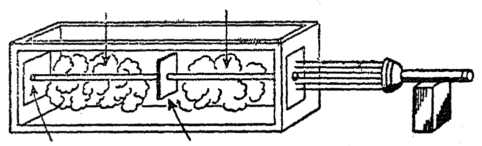
நீட்டிக் கொண்டிருக்கட்டும். தரையின்மீது ஒரு வெண்ணிறத் தாளை வைத்திடுக; இப்பொழுது நீங்கள் ஒரு வானவில் அல்லது நிறமாலைப் பட்டையினைக் காண்பீர்கள்.

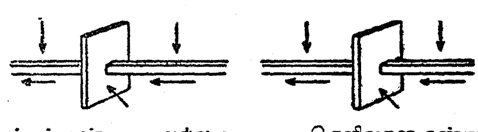
7. வானவில்லை உண்டாக்கும் மற்றொரு வழி:

கதிரவன் ஒளி நன்கு பிறங்கும் ஒரு நாள் அதிகாலையில் அல்லது பிற்பகலில் நீண்ட நேரத்திற்குப் பிறகு உங்கள் முதுகுப்புறம் பகலவனை நோக்கியிருக்குமாறு வைத்துக் கொண்டு மரங்களடர்ந்த ஓர் இருண்ட பின்னணியில் தெளியக்கூடிய ஒரு நீண்ட குழலைக்கொண்டு நீரினைத் தெளித்திடுக. நீங்கள் வனப்புமிக்க ஒரு வானவில்லைக் காண்பீர்கள்.

8. ஒளிபுகும் பொருள்களின் நிறம்:

முன்னுள்ள சோதனைகளில் செய்ததைப் போலவே ஒரு புகைப் பெட்டியைப் (மேலே சோதனை-A 5ஐக் காண்க) பயன்படுத்துக. ஒளியின் ஓர் ஒற்றைக் கற்றையினைப் பெட்டியினுள் நுழையுமாறு செய்க. ஒளிக் கற்றையில் ஒரு தெளிவான கண்ணாடித் தகடு அல்லது செல்லோஃபேன் தாளைப் பிடித்துப் பெட்டியின் வெள்ளைத் திரையின்மீதுள்ள ஒளிக்





சிவப்புக் கண்ணாடி அல்லது செல்லோஃபேன்   தெளிவான கண்ணாடி

கற்றை வெண்ணிறமாக இருப்பதைக் கவனித்திடுக. அடுத்து, ஒரு செந்நிறக் கண்ணாடி அல்லது செல்லோஃபேன் தாளை வெண்ணிறக் கற்றையில் வைத்து வெள்ளைத் திரையினை அடையும் ஒளிக்கற்றை செந்நிறமாக இருப்பதை உற்றுநோக்குக. வெண்ணிற ஒளியின் ஏனைய நிறங்கள் யாவும் செந்நிறத்தால் விழுங்கப்பெற்று விட்டன. ஒளிபுகும் வேறு நிறத் தாள்களைக்கொண்டு இச்சோதனையைச் செய்திடுக. அத்தகைய பொருள்கள் யாவும் அவை கடத்தும் நிறங்களின் காரணமாக அந்தந்த நிறத்தைப் பெற்றிருப்பதையும் அவை ஏனைய நிறங்களை விழுங்குவதையும் நீங்கள் காண்பீர்கள்.

9. ஒளிபுகாப் பொருள்களின் நிறம்:

இருட்டடைப்பு செய்யப்பெற்ற ஓர் அறையில் ஒரு சுவரின்மீது அல்லது ஒரு வெள்ளைத் தாளின்மீது ஒரு நல்ல நிறமாலை விழும்படி செய்க. நிறமாலையின் நீல ஒளியில் ஒரு சிவப்புத் துணியை வைத்திடுக. அஃது என்ன நிறமாகின்றது? அதனைப் பச்சை நிறத்திலும் மஞ்சள் நிறத்திலும் வைத்திடுக. அஃது எப்படித் தோன்றுகின்றது? அதனைச் சிவப்பு ஒளியில் வைத்திடுக. அஃது எப்படித் தோன்றுகின்றது? இதையே நீல நிறம், பச்சை நிறம் மஞ்சள் நிறம் உடைய துணிகளைக்கொண்டு திரும்பவும் செய்திடுக. அவை அதே நிற ஒளியில் வைக்கப்பெற்றுள்ளபோது இருப்பதைத்தவிர வேறு ஒளிகளில் கறுப்பாகத் தோன்றுவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். எனவே, ஒளிபுகாப் பொருள்கள் தாம் ஒளியைத் திருப்பம் செய்வதால்தான் தாம் நிறத்தைப் பெற்றுள்ளன; அவை நிறமாலையின் பிற நிறங்களை விழுங்கி விடுகின்றன.

10. நிறப் பொடிகளைக் (Pigments) கலத்தல்:

நீலநிறச் சுண்ணக் காம்பு ஒன்றையும் மஞ்சள் நிறச் சுண்ணக் காம்பு ஒன்றையும் எடுத்துக் கொள்க. அவற்றை நன்றாக நசுக்கிக் கலந்திடுக. இதனால் விளைந்திடும் நிறம் பச்சை நிறமாக இருக்கும். இவை தூய்மையான நிறப் பொடிகளன்று. நிறமாலையில் நீல நிறத்திற்கும் மஞ்சள் நிறத்திற்கும் இடையே பச்சை நிறம் இருப்பதைக் கவனித்திடுக. மஞ்சள், பச்சை நிறங்களைத் தவிர எல்லா நிறங்களையும் மஞ்சள் நிறம் விழுங்குகின்றது. நீல நிறத்தையும் பச்சை நிறத்தையும் தவிர எல்லா நிறங்களையும் நீல நிறம் விழுங்குகின்றது; ஆகவே மஞ்சள் நிறமும் நீல நிறமும் ஒன்றையொன்று விழுங்கி கண்ணுக்குப் பச்சை நிறம் பிரதிபலிக்கப்பெறுகின்றது.

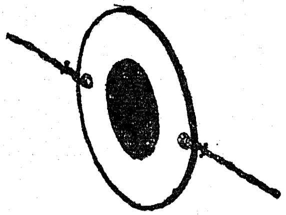
வண்ணக் கலைஞரின் பெட்டியினின்றும் வண்ணப் பூச்சுக்களைக் கலந்து இதே சோதனையைச் செய்திடுக.

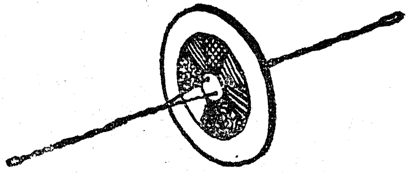
D. நிறம்பற்றிய சோதனைகள்

11. வண்ண ஒளிகளைக் கலத்தல்:

(அ) வட்டமான அட்டைத் துண்டுகளில் நீர்-வண்ணங்களைப் (Water colours) பூசச் செய்து வண்ண ஒளிகளின் கலப்பினை அடையலாம்.

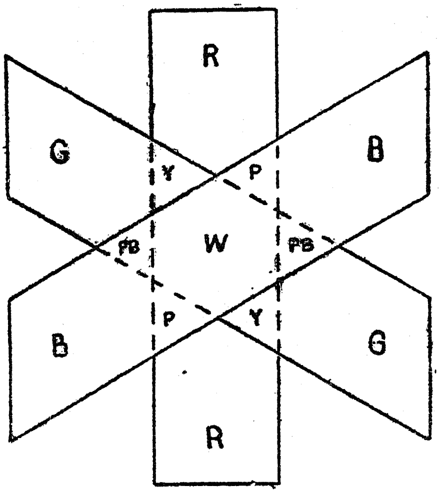
10 செ. மீ. வட்டமான அட்டையின் ஒரு புறத்தில் மஞ்சள் நிற முட்டைக் கருவினையும் மற்றொரு புறத்தில் நீல நிறக் கருவினையும் பூசுவது ஒரு முறையாகும். இந்த வட்டத் துண்டு ஒரு சிறிய கயிற்றில் தொங்கவிடப் பெற்று பெருவிரலுக்கும் ஏனைய விரல்களுக்கும் இடையில் பிடித்துக்கொண்டு சுழலச் செய்தால் இதனால் விளைவது கிட்டத்தட்ட வெள்ளை நிறமாகும்; நிறங்கள் கவனமாகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்றால் இது தெளிவாகத் தெரியும்.





விளையாட்டுக் கருவியின் 'நிற உச்சிகளின்' மீது பயன்படுத்தப்பெற்றுள்ளதைப் போன்ற வேறு வண்ணக் கலவைகள் ஆராய்ந்து கண்டறியப்பெறுதல்கூடும். சிவப்பு, பச்சை நிறங்களை மாறிமாறி ஆரவளைவு வட்டப் பகுதிகள் (Radial segments) பூசப்பெறுகின்றன. இந்த வட்டத் துண்டினை ஒரு கயிற்றில் அமைத்துச் சுழலச்செய்தால் இதனால் விளையும் சிவப்பு, பச்சை ஒளிகளின் கலவை மஞ்சள் நிறமாகத் தோன்றும்.

(ஆ) தொடக்க நிலை ஒளியியலில் கதிர்கள் பற்றிய சோதனைகளில் விவரிக்கப்பெற்ற பெட்டிகளில் மூன்று பெட்டிகள் வண்ண ஒளிகளைக் கலப்பதற்கும் பயன்படுத்தப்பெறலாம். ஒரு மோட்டார் வண்டியின் மின்குமிழைக் கொண்ட அதே மாதிரியான பெட்டியொன்று இதே செயலுக்குப் பெரிதும் பயன்படும்.



பெட்டியின் முன்புறம் சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்களின் நாடக அரங்கு வடிகட்டிகளை வைத்து ஒரு வெண்மையான திரையின்மீது செவ்வக வடிவமுள்ள ஒளிப் பாளங்களை விழுமாறு செய்க.

சிவப்பு நிறமும் பச்சை நிறமும் மஞ்சள் நிறத்தைத் தரும். நீல நிறமும் சிவப்பு நிறமும் ஊதா நிறத்தை விளைவிக்கும். பச்சை நிறமும் நீலநிறமும் மயில் வண்ண நீல நிறத்தை உண்டாக்கும். சிவப்பு நிறமும் பச்சை நிறமும் நீல நிறமும் வெள்ளை நிறத்தைத் தோற்றுவிக்கும்.

12. சோப்புக் குமிழியில் நிறங்கள்:

சோப்புக் குமிழிகள் ஊதுவதற்குத் தயாரிப்பது போன்ற ஒரு தீவிர சோப்புக் கரைசலைத் தயாரித்திடுக. ஒரு தட்டையான தட்டு ஒன்றில் அக்கரைசலை நிரப்பி அதில் ஒரு முட்டைக் கிண்ணம் அல்லது தேநீர்க் கிண்ணத்தை அக்கிண்ணத்தின் குறுக்கே ஒரு ஃபிலிம் உண்டாகும்வரையிலும் அமிழ்த்துக. இதனை ஒரு தீவிரமான ஒளியில் பிடித்துக் கொண்டு நீங்கள் காணும் நிறங்களை உற்று நோக்குக. பெரும்பாலும் மெல்லிய ஃபிலிம்கள் வண்ணங்களைக் கொண்டுள்ளன.

13. எண்ணெய் ஃபிலிமில் நிறங்கள்:

ஆழங்குறைந்த தட்டொன்றினை நீரால் நிரப்புக. அதிலுள்ள நீர் மிகவும் இருண்டு காணப்படும் அளவுக்குக் கறுப்பு மையினைக் கொண்டு நிறமூட்டுக. அதனைச் சாளரத்தில், வான ஒளி மிகப் பிரகாசமாக உள்ள இடத்தில் வைத்திடுக; ஆனால் அதனைப் பகலவனின் நேர் ஒளியில் வைத்தல் கூடாது. வானத்தினின்று வரும் ஒளி உங்கள் கண்ணில் திருப்பம் அடைவதற்கு ஏற்ப நீரினினுள் உற்று நோக்குக. நீங்கள் நீரினைக் கூர்ந்து நோக்குங்கால் உங்கட்கு மிக அருகிலுள்ள தட்டின் விளிம்பினருகில் திரவத்தின் மேற்பரப்பின்மீது ஒரு துளி எண்ணெய் அல்லது கேஸோலினை வைத்திடுக. உங்களிடமிருந்து எதிர்ப்புற முனைக்கு மிகப் பிரகாசமுள்ள வானவில்லின் வண்ணங்கள் திடுமென ஓடுவதை நீங்கள் காண்பீர்கள். மேற்பரப்பின்மீது ஊதுவதனால் வண்ணங்களின் மாற்றத்தை நீங்கள் காணலாம்.

14. சிறகினின்றும் வண்ணங்கள்:

ஒரு சிறகின் முனைவழியாகத் தொலைவிலுள்ள ஒரு மெழுகுவத்திச் சுவாலையை நோக்குக. உண்மையான சுவாலையின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இரண்டு அல்லது மூன்று சுவாலைகளையும் நான்கு வண்ணப் புயங்களைக்கொண்டு ஒரு தட்டையாக்கப்பெற்ற Xஐயும் நீங்கள் காணவேண்டும். அந்தச் சிறகு நல்லதாக இருப்பின் நீங்கள் அந்த நான்கு புயங்களின் ஒவ்வொன்றிலும் இரண்டு நீலப் பட்டைகளையும் சிவப்புப் பட்டைகளையும் காண்பீர்கள்.

15. நிறங்கள் எப்படி மாறுகின்றன?:

ஓர் அட்டைத்துண்டின்மீது ஒரு பருவ இதழினின்றும்(Magazine)எடுத்த சில வண்ண விளக்கப் படங்களை ஒட்டுக. ஒரு சாறுணும் தட்டில் மூன்று மேசைக் கரண்டியளவு சோற்றுப்பினைச் சேர்த்துப் பல மேசைக் கரண்டியளவு சாராயத்தை (Alcohol) ஊற்றுக. இரண்டையும் நன்கு கலந்து தீ ஏற்றுக. இது மிக்க ஒளியினைத் தரும்; இது மஞ்சள் நிற ஒளியினை மட்டிலுமே தரும். ஓர் இருட்டடைப்புச் செய்த அறையில் இந்த ஒளியில் படத்தை நோக்கி மஞ்சள் நிறத்தைத் தவிர எல்லா நிறங்களும் எங்ஙனம் மாறுகின்றன என்பதை உற்று நோக்குக.

E. ஒளியியல் பிம்பம் வீழ்த்தல்

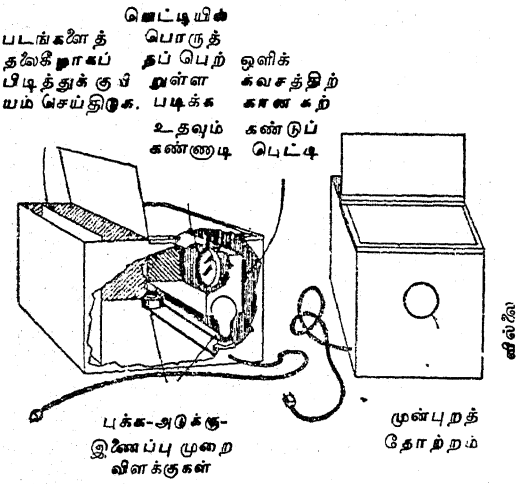
ஒரு திரையில் ஒரு நல்ல பிம்பம் அல்லது படத்தை உண்டாக்க வேண்டுமாயின், கண்ணாடி வில்லை மிக உயர்ந்த பண்புடையதாக இருத்தல்வேண்டும். ஓர் உருப் பெருக்கும் கண்ணாடி பயன்படுத்தப்பெறலாம்; ஆனால் ஒரு பழைய காமிரா வில்லையைக் கொண்டு நல்ல விளைவுகளை அடையலாம். இந்த முறையில் பயன்படுத்தப்பெறுவதால் அந்த வில்லை 'பொருள்வில்லை' (Objective) என்று வழங்கப் பெறுகின்றது; அடையும் பெருக்கம் அதனுடைய குவியத் தூரத்தைப் பொறுத்துள்ளது.

ஒளி புகாப் பொருள்கள் மிகத் தீவிரமாக ஒளி பெறச் செய்யப்பெறுதல் வேண்டும்; ஏனென்றால் மேற்பரப்பினின்றும் ஒளித் திருப்பம் அடையும் ஒளி மட்டிலுமே வில்லையினூடே செல்லும். ஒளி புகும் பொருள்கள் பின்புறத்தினின்றும் ஒளிபெறச் செய்யப்பெறுதல் கூடும்; இதில் திரையில் உண்டாகும் பிம்பமும் ஒளி பெறுவதில் உறுதியாக இருப்பதற்கு நழுவம் அல்லது ஃபிலிமிற்குப் பின்புறம் மிகையான ஓர் 'ஒளி தொகு-வில்லை' (Condensing lens) பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது.

1. வண்ணப் படங்கள் உண்டாவதற்கு எங்ஙனம் ஒரு திரைப்படக் கருவியை (Projector) இயற்றுவது?:

விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு நிறப்படங்களைத் தருவதற்கு எளிய பொருள்களினின்றும் ஒரு திரைப்படக் கருவி இயற்றப் பெறுதல் கூடும். பயன்படுத்தப்பெறவேண்டிய கண்ணாடி வில்லையின் குவியத் தூரத்தை விடச் சற்று நீளமாகவுள்ள ஒரு பெட்டியினைப் பயன்படுத்துக. பெரும்பாலான வில்லைகளுக்கு இந்தப் பெட்டி 30 செ.மீ.க்கும் 100 செ.மீ.க்கும் இடைப்பட்ட நீளமுள்ளதாக இருத்தல் வேண்டும். படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு

சிறிய கற்கண்டுப் பெட்டியினை ஒளிக் கவசமாகப் பயன்படுத்துக. இரண்டு விளக்குக் கூடுகளை பக்க-அடுக்கு-இணைப்பு முறையில் இணைத்து அக் கவசத்தின் இரு புறங்களிலும் ஒவ்வொன்றினை வைத்திடுக. இரண்டு 50-வாட் குமிழ்கள் தேவையான அளவு ஒளி விளக்கத்



தைத் தருதல் வேண்டும். பெரிய பெட்டியின் மேல் மூடியின் முன் பக்கத்தைத் இணைப்பதற்குக் கோந்துள்ள நாடாவினைப் பயன்படுத்துக; பின் பக்கத்தைக் கீல் பொருத்தம் செய்திடுக.

படத்தின் மேல் பக்கத்தைத் தலைகீழாகப் பெட்டியின் பின்புறத்தில் வைத்திடுக; திரைப் படக் கருவியின் முன் புறமுள்ள சுவர் அல்லது திரையின்மீது ஒரு தெளிவான பிம்பம் தோன்றும் வரையிலும் படத்தை முன்னும் பின்னுமாக நகர்த்திக் குவியம் செய்திடுக.

2. ஃபிலிம் நழுவங்கள் (Film slides) அல்லது திரைப்படத் துண்டுகளுக்கான திரைப்படக் கருவியினை இயற்றுதல்:

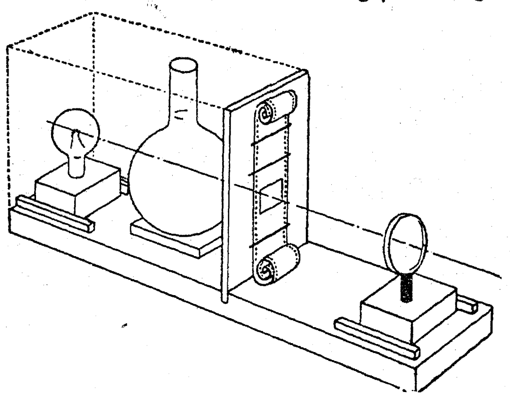
இந்தக் கருவியின் அடித்தளம் 40 செ. மீ. நீளமும், 10 செ. மீ. அகலமும், 3 செ.மீ. கனமும் உள்ள ஒரு மரத்துண்டாகும். 10. செ.மீ. அகலமும், 25 செ. மீ. நீளமும் உள்ள ஓர் ஒட்டுப் பலகை அடித்தளத்தின் குறுக்கே வெட்டப்பெற்றுள்ள பள்ளத்தில் பொருந்தி ஒரு திரைப்படத் துண்டின் தாங்கியாகப் பயன்படுகின்றது. 35 மி. மீ. நீளமும், 23 மி.மீ. அகலமும் உள்ளதாக வெட்டப்பெற்றுள்ள ஒரு துளை படத் துண்டின் ஒரு சட்டத்தின்மீது விழும் ஒளியைக் கட்டுப்படுத்தும் வாயிலாகப் (Aperture) பயன்படுகின்றது. படத் துண்டும் வாயிலுக்கு அருகில் நேர்குத்து நிலையில் காகித இடுக்கிகளினின்றும் செய்யப்பெற்ற நாதாங்கிகளால் (Staples) பிடித்துக் கொள்ளப் பெற்றுள்ளது. இவை ஃபிலிமின் அகலத்திற் கேற்ப எளிதாக வளைக்கப்பெறுகின்றன; அவற்றின் முனைகள் குட்டையாக வெட்டப் பெற்று ஓர் அரத்தினால் கூராக்கப்பெறுகின்றன; அதன் பிறகு அவை ஒட்டுப் பலகையின்மீது சரியான நிலையில் அமுக்கிப் பொருத்தப்பெறுகின்றன. உருளைகள் தேவையில்லை. ஃபிலிமின் முனையை இழுத்து படத் துண்டு ஒரு சட்டத்தினின்றும் அடுத்த சட்டத்திற்கு நகர்த்தப்பெறுகின்றது; அது நிலையாக இருப்பதற்கேற்ப அதில் போதுமான 'சுருள்' (Curl) உள்ளது.

ஒரு மரக் கட்டையின்மீது ஏற்றப்பெற்றுள்ள ஒரு பிடியின்மீதுள்ள ஒரு தானியங்கின் தலை-விளக்கு (Head-lamp) விருப்பப்படி ஒழுங்குபடுத்தக் கூடிய விளக்காக அமைந்துள்ளது; அடித்தளத்துடன் ஆணியால் பொருத்தப்பெற்றுள்ள இரண்டு மரத்துண்டுகளுக்கிடையில் அது நழுவிச் செல்லக் கூடும். ஒரு நீருள்ள குடுவை ஒளி தொகு-வில்லையாகப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்; இதனால் வழி முழுவதும் விளக்கின் பிம்பத்தால் ஒளிபெறச் செய்யப்பெறுகின்றது. அஃது அங்ஙனம் நிலையாக அமைக்கப்பெற்றதும், விளக்கும் ஒளி தொகு-குடுவையும் பசையினைக்கொண்டு அசையாமல் இணைக்கப்பெறுகின்றன.

பொருள் வில்லை விளக்கு தாங்கியைப்போல் இரண்டு மரச் சட்டங்களுக்கிடையில் நழுவிச் செல்லுவதற்கேற்றவாறு அமைக்கப்பெற்றுள்ள மரக் கட்டையின்மீதுள்ள துளையொன்றில் ஓரளவு இறுக்கமாகப் பொருந்தியுள்ள மரச் சட்டத்தின்மீது ஏற்றப்பெற்றுள்ளது. இந்த மரச் சட்டத்தினை உள்ளும் புறமுமாகத் துளையில் நழுவச் செய்து வில்லை சரியான உயரத்திற்கு ஒழுங்குபடுத்தப்பெறுதல் கூடும்; இதனால் விளக்கின் மையம், ஒளி தொகு-உறுப்பு, பொருள் வில்லை இவை யாவும் அடித்

தளப் பலகையினின்றும் ஒரே தூரத்தில் (உயரத்தில்) இருக்கின்றன.

விளக்கப் படத்தில் புள்ளிக் கோட்டால் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு விளக்கையும் ஒளி தொகு-உறுப்பையும் அடைப்பதற்கு ஓர் ஒட்டுப் பலகை, உலோகத் தகடு அல்லது அட்டையாலான பெட்டி தேவைப்படுகின்றது. இருட்டடைப்பு செய்யப்பெற்ற அறையொன்று இந்த ஆய்கருவிக்கு இன்றியமையாதது. 100-வாட் மின் குமிழ்களைப் பயன்படுத்தும் வணிகக் கருவிகள் பாதி இருட்டடைப்பு செய்யப்பெற்ற ஓர் அறையில் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்;



ஆனால் விளக்கினின்றும் வெப்பத்தை சிதறச் செய்யும் பிரச்சினை மிகவும் பெரியது.

3. எளிய நுட்பத் திரைப்படக் கருவி (Micro-projector):

இந்தக் கருவியின் ஒளியமைப்பு படத் துண்டிற்குப் பயன்படுத்தும் திரைப்படக் கருவியின் ஒளியமைப்பினைப் போன்றதே. பொருள்களின் (நுண்பெருக்கி நழுவங்கள் அல்லது அங்ஙனம் ஏற்றப்பெற்ற சிறிய பொருள்கள்) பருமன் காரணமாகவும், மிக உயர்ந்த பெருக்கத்தை அடைவதற்கேற்ப, மிகக் குட்டையான குவியப் பொருள் வில்லையைப் பயன்படுத்துவதன் தேவை காரணமாகவும் இக்கருவிகளின் அமைப்பில் வேறுபாடுகள் இன்றியமையாதவை. இதிலுள்ள விளக்கு ஒரு 12-வோல்ட்டு மோட்டார் வண்டியின் குமிழாகும்; ஒளி தொகு - உறுப்பு 1·5 லிருந்து 2 செ.மீ. வரை குறுக்கு விட்டமுள்ளதும், ஒரு கண்ணாடிக் குழலினின்று ஊதப்பெற்றதுமான ஒரு சிறிய கண்ணாடிக் குமிழாகும்; ஒரு வணிக நுண்பெருக்கியின் பொருள் வில்லையே இதன் பொருள் வில்லையாகும்.

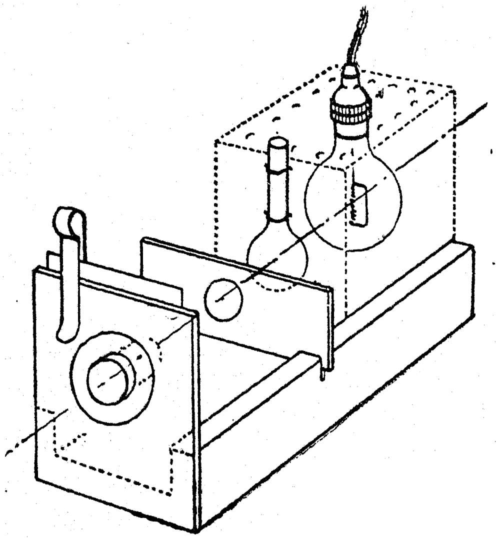
இந்த ஆய் கருவியின் அடித்தளம் 10 செ.மீ. நீளமும், 4 செ. மீ. அகலமும், 7 செ.மீ. உயரமும் உள்ள ஒரு சிறு மரத் தொட்டியாகும்; 4 செ.மீ. அகலமுள்ள இரண்டு மரத்துண்டுகள் 10 செ.மீ. நீளமும், 5 செ.மீ. அகலமும், 1 செ.மீ. கனமும் உள்ள ஒரு மரத் துண்டுப் பக்கங்களுடன் ஆணிகளால் இணைக்கப்பெறுகின்றன. இந்த அளவுகள் இப்படியே மாறுதானமாக (Critical) இருக்கவேண்டும் என்ற இன்றியமையாமை இல்லை; கிடைக்கக்கூடிய வேறு பொருள்கட்குப் பொருத்தமாக இந்த அளவுகள் மாற்றிக்கொள்ளப்பெறலாம். 2·5 செ.மீ. துளையினைக்கொண்டதும், 9 செ.மீ. நீளமுள்ளதும் 7 செ.மீ. அகலமுள்ளதுமான ஓர் ஒட்டுப் பலகையால் தொட்டியின் ஒரு முனையை மூடி இந்தப் பொருள் வில்லைக்கு ஒரு தாங்கும் உறுப்பு அமைக்கப்பெற்றுள்ளது.

ஒரு செவ்வக வடிவமுள்ள விளக்கு-வீடு கால்வாயினுள் பொருந்துகின்றது; வீட்டிலுள்ள கடுகு வைக்கும் தகரக் கொள்கலன் அல்லது வேறு செவ்வக வடிவமுள்ள தகரக் கொள்கலனில் ஒரு மோட்டாரின் மின்குமிழையும் குமிழ்ப் பிடியினையும் பொருத்தி இந்த வீடு அப்போதைய ஏற்பாடாக எளிதில் அமைக்கப்பெறுகின்றது. உச்சியைச் சுற்றிலும் செய்யப்பெற்றுள்ள துளைகள் காற்றோட்டத்தை அளிக்கின்றன; 1·5 செ.மீ. குறுக்கு விட்டமுள்ள துளை ஒளி தொகு - உறுப்பினைத் தாங்குவதற்குத் துணையாக உள்ளது. குமிழின் தண்டினைச் சுற்றியும் தகரக் குவளையில் செய்யப்பெற்றுள்ள துளைகளினூடே செல்லும் தாமிரக் கம்பி ஒளி தொகு-உறுப்பினை உறுதியாகப் பிடித்துக் கொள்ளுகின்றது.

திரையில் வீழ்த்தப்பெறவேண்டிய பொருளைப் பிடித்துக்கொண்டுள்ள நழுவம் கால்வாயின் ஓரங்களில் வெட்டப்பெற்றுள்ள பள்ளங்களில் பொருந்தியிருப்பதுடன் நேர்க்குத்து தளத்திலும் வைக்கப்பெறுகின்றது; இதனால் ஒளி தொகு-உறுப்பினின்று வரும் ஒளி அதன் வழியாகச் செல்லுகின்றது.

நுண்பெருக்கியின் பொருள் வில்லை 7 செ.மீ. நீளமும், 4 செ.மீ. அகலமும் உள்ள ஒட்டுப்

பலகையிலுள்ள துளையில் இறுக்கமாகப் பொருந்துகின்றது; இந்தப் பலகை முனைத் தகட்டுடன் பொருந்துமாறு ஒரு கால் சட்டை



சைக்கிள் இடுக்கியால் பிடித்துக்கொள்ளப் பெறுகின்றது; இதிலுள்ள வில்லை ஒளி அமைப் பின் அச்சுடன் இருப்பதற்கேற்ப ஒழுங்கு படுத்தக்கூடிய நிலையில் பலகை இடுக்கியால் பிடித்துக்கொள்ளப்பெறுகின்றது.

இங்குள்ள விளக்கப் படம் நடைமுறையிலிருப் பதைவிட அமைப்பின் உறுப்புக்கள் சற்று விலகிய நிலையில் ஏற்றி அமைக்கப்பெற்றுள் ளதைக் காட்டுகின்றது ; அதன் தொடர்புள்ள நிலைகளை மிகத் தெளிவாகக் காட்டும் பொருட்டே இங்ஙனம் செய்யப்பெறுகின்றது. இந்த ஆய்கருவியினை ஒழுங்குபடுத்துவதில் நழுவம், விளக்கு-வீடு, ஒளி-தொகு உறுப்பு இவை பொருள் வில்லையின்மூலம் ஒளி சென்று தொட்டியின் முனைக்கு அப்பால் 60 செ.மீ. தொலைவில் வைக்கப்பெற்றுள்ள 30 செ.மீ. சதுரமுள்ள ஒரு தேய்ப்புக் கண்ணாடித் திரை யில் ஒரு பிம்பத்தை (எ-டு. ஒரு தாவர மாதிரிப் பொருள்) உண்டாக்கும்வரையில், சேர்ந்தாற் போல் முன்னேக்கி நகர்த்தப்பெறுகின்றன. நழுவத்திற்குரிய சரியான நிலை கண்டறியப் பெற்றுவிட்டால், பெட்டியின் ஓரத்தில் வாள் வெட்டுக்கள் (Sawcuts) செய்யப்பெறுகின்றன; இவ்வெட்டுக்கள் பயன்படுத்தப்பெறும் எல்லா நழுவங்கட்கும் துணையாக உள்ளன. நியூட்ட னின் வளையங்களையும் ஒளி கோணும் நிகழ்ச்சி களையும் திரையில் வீழ்த்துவதற்கும் இந்த ஆய் கருவி பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும்.

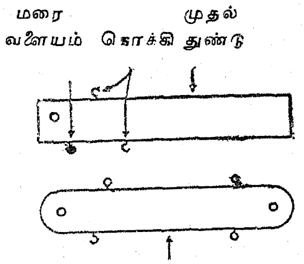
இயல் 17

மானிட உடல்பற்றிய படிப்பிற்குரிய சோதனைகளும் பொருள்களும்

A. எலும்புகளும் தசைகளும்

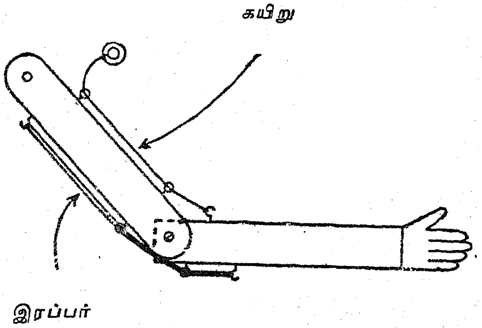
1. புயத்தின் மாதிரி உருவம் :

சுமார் 5லிருந்து 8 மி.மீ. கனமுள்ளதும் 5 செ.மீ. அகலமும் 30 செ.மீ. நீளமும் உள்ள வையுமான இரண்டு பலகைத் துண்டுகளைப் பெறுக. (ஒட்டுப் பலகை இதற்கு மிகவும் நன்று.) அப்பலகையின் ஒன்றன் மேற்புற மூலை யொன்றில் ஒரு துளையிடுக. மற்றொரு பலகை யின் முனைகளை வட்டமாகச் செய்திடுக; விளக் கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒவ்வொரு முனையருகிலும் ஒரு துளையிடுக.



இரண்டாம் துண்டு

அடுத்து, முதல் துண்டுப் பலகையில் உத்தேசமாகக் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள இடங் களில் இரண்டு கிண்ணக் கொக்கிகளையும் ஒரு மரையுள்ள வளையத்தையும் வைத்திடுக. இதே முறையில் இரண்டாவது துண்டுப் பலகையில் ஒரு கிண்ணக் கொக்கியினையும் மூன்று மரை

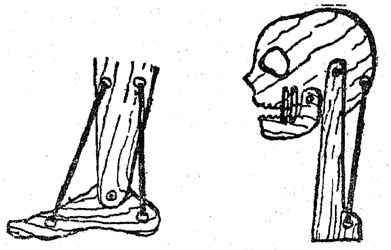


யுள்ள வளையங்களையும் வைத்திடுக. இந்த இரண்டு பலகைகளையும் விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு ஒரு சிறிய போல்ட்டு, சுரையினைக்கொண்டு ஒன்றாக இணைத்திடுக.

ஒரு பழைய மிதிவண்டிச் (Cycle) சக்கரத்தின் உட்குழல் அல்லது ஒரு தானியங்கிச் சக்கரத் தின் உட்குழலினின்றும் சில நீளமான பட்டை களை வெட்டி, இரண்டு பலகைகளையும் இணைத்து மரையுள்ள வளையங்களைச் செலுத்திய பிறகு, அவற்றின் அடிப்பக்கத்தின்மீது அந்தப் பட்டைகளைக் கிண்ணக் கொக்கிகளுடன் பிணைத்திடுக. மேற்பக்கத்திலுள்ள மரை வளையங்களினூடே ஓர் உறுதியான கயிற் றினைச் செலுத்தி அதனைக் கொக்கியுடன் இணைத்திடுக. கயிறு இழுக்கப்பெறும் பொழுது, புயத்திலுள்ள எலும்புகளும் தசை களும் செயற்படுவதற்கு ஒரு நல்ல அறிகுறி யினை நீங்கள் பெறுவீர்கள்.

2. காலடியின் மாதிரி உருவம் :

ஒரு மெல்லிய பலகை அல்லது அட்டையி னின்றும் விளக்கப் படத்தில் காட்டப்பெற் றுள்ளவாறு காலடி, கால் இவற்றிற்கு அறிகுறி



யாகப் பகுதிகளை வெட்டுக. அவற்றை இணைத்துப் படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ள வாறு பழைய உட்குழல்களில் வெட்டப்பெற்ற இரப்பர்ப் பட்டைகளை இணைத்திடுக.

3. தலையும் கழுத்தும் அமைந்த ஒரு மாதிரி உருவம் :

மரப் பலகை அல்லது அட்டையினின்றும் இந்த மாதிரி உருவம் எங்ஙனம் அப்போதைய

ஏற்பாடாகச் செய்யப்பெறுகின்றது என்பதை மேற் காட்டப்பெற்றுள்ள விளக்கப் படம் குறிப்பிடுகின்றது.

4. நடக்கும் கொண்டையூசி :

உங்கள் கையில் ஒரு தலையூண் கத்தியை (Dinner knife) இறுக்கமாகப் பிடித்துக்கொள்க. ஒரு கொண்டையூசியை அதன் கால்கள் இரு புறங்களிலும் இருக்குமாறு ஒரு கத்தியின்மீது வைத்து அதனைச் சிறிது உயர்த்துக; கொண்டையூசி சாய்ந்த நிலையில் அதன் இரு கால்களும் மேசையின்மீது இலேசாகத் தாங்கி நிற்கின்றன. கத்தி வாளின் நெடுக, கொண்டையூசி நடப்பதை உற்றுநோக்குக. புயத் தசைகளின் மிகச் சிறிய இயக்கத்தினால் இஃது உண்டாகச் செய்யப்பெறுகின்றது.

B. உங்கள் புலன்கள்

1. உங்கள் மணப்புலன் :

மாணாக்கர்கள் அமைதியாக ஓர் அறையில் ஒழுங்கான முறையில் உட்கார்ந்திருக்கும் பொழுது அறையின் ஒரு மூலையில் மூக்கைத் துளைக்கும் மணமுள்ள ஏதாவது ஒரு பொருளை அவிழ்த்துவிடுக. ஒரு சிறிதளவு ஈதர் அல்லது அம்மோனியாவை ஒரு துணியின்மீது ஊற்றி மணத்தைப் பரப்பலாம்.

மணம் கண்டுபிடிக்கப்பெற்றதும் மாணாக்கர்களைத் தம் கைகளை உயர்த்துமாறு கூறுக; அறையின் குறுக்கே காற்றின்மூலம் மணம் பரவி விரவுதலின் முன்னேற்றத்தைக் கவனித்திடுக. மணப் புலன் நம்மை விபத்தினின்றும் காக்கின்றது என்பதற்குச் சில எடுத்துக்காட்டுக்களை மேற்கோள்களாகக் கூறுக.

2. பொருத்தமான படிக்குந் தூரம் :

படிப்பதற்கு மிகவும் வசதியாகவுள்ள தூரத்தில் புத்தகங்களை வைத்துக்கொண்டு ஏதாவது படிக்குமாறு மாணாக்கர்களை ஏவுக; 30லிருந்து 40 செ.மீ. தூரம் சாதாரணமாகப் போதுமானது. இங்ஙனம் மிகவும் வசதியாகவுள்ள தூரம் இதைவிட மிக அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருந்தால் பார்வையைத் திருத்துவதற்கு மூக்குக் கண்ணாடிகள் தேவைப்படுகின்றன.

3. பொருத்தமான ஒளிவிளக்கம் :

திரைகளை விழச் செய்து அல்லது சாளரக் கதவு அமைப்புக்களை மூடச் செய்து ஒரு 40-வாட் மின் குமிழை திறந்துள்ள புத்தகத்திற்கு 60 செ.மீ. உயரம் இருக்குமாறு பிடித்துக் கொள்க. இந்த அளவு ஒளி விளக்கம் (Illumination) வசதியாகப் படிப்பதற்குக் கிட்டத்தட்டச் சரியான அளவாகும். விளக்கு அப்பால் நகர்த்தப்பெற்றதும் ஒளிவிளக்கம் விரைவாகக் குறைகின்றது என்பதைக் காட்டுக. 1 மீட்டருக்குச் சற்றுக் குறைவான தூரத்தில் இருக்கும்பொழுது, 60 செ.மீ. தூரத்தில் 40-வாட் மின் குமிழ் எவ்வளவு ஒளிவிளக்கத்தை அளித்ததோ அதே அளவு ஒளிவிளக்கம் அளிப்பதற்கு இந்தத் தூரத்தில் ஒரு 100-வாட் மின் குமிழ் தேவைப்படுகின்றது.

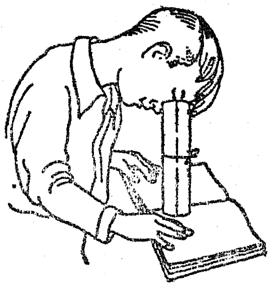
ஒளி வெப்பினின்றும் (Glare) பாதுகாப்பதற்குப் பொருத்தமான படிக்கும் நிலைகளைச் செயல் விளக்கம் மூலம் காட்டுக. ஒரு வகுப்பறையின் எல்லாப்பகுதிகளிலும் பொருத்தமான அளவு ஒளியுள்ளதா என்பதைத் தீர்மானம் செய்க. அங்ஙனம் இராவிடில் திருப்தியில்லாத நிலைமைகளைத் திருத்துவதற்கேற்ற முறைகளைக் கலந்தாய்க.

4. கண்ணின் பொருத்தப்பாடு :

10 அல்லது 12 வெள்ளைத் தாள்களை ஒரு குழிவான சுருளாக உருட்டுக; இதனால் ஒவ்வொரு தாளும் சுருளைச் சுற்றிலும் இரண்டு தடவை நீண்டிருக்கட்டும். சுருளைச் சுற்றிலும் ஓர் இரப்பர்ப் பட்டையை நழுவச் செய்திடுக. ஒரு புத்தகத்தின் பக்கத்தில் இந்தச் சுருளை அமைத்து, ஒரு கண்ணைச் சுருளின் உச்சியின் மீது அமுக்குக; இதனால் கீழிருந்தோ உச்சியிலிருந்தோ சிறிதளவுகூட ஒளி உள்ளே வருவதில்லை. முதலில் எந்த ஒரு சொல்லையும் படிப்பது இயலாததாக இருக்கவேண்டும். ஏதாவது சொற்கள் படிக்கக்கூடியனவாக இருப்பின், சுருளுடன் மேலும் ஒரு சில தாள்களைச் சேர்த்திடுக.

மற்றொரு கண்ணை மூடிக்கொண்டு சிறிதளவு ஒளியைக் கூட விடாமல் சுருளின்மூலம் ஒரு நிமிடம் அல்லது இரண்டு நிமிடம் பார்த்துக் கொண்டிருந்திடுக. தாளின்வழியாகப் பரவி விரவும் மங்கலான ஒளியில் அச்சு மெதுவாகத் தெளிவுபடும்.

அச்சு தெளிவாகப் படிக்கக்கூடியதாக வந்தவுடன் விரைவாக ஓர் ஆடியில் பார்த்துக் கண்களின் பாவைகளின் (Pupils) அளவினைக் கவனித்திடுக. இந்தச் சோதனையை ஒவ்வொரு மாணக்கண் அல்லது மாணவியும் தானகச் செய்யும் வாய்ப்பினைப் பெறுதல் வேண்டும்.



பாவைகளின் அளவில் மாறக்கூடிய இத்திறனல் ஏற்படும் சில நற்பயன்களைக் குறிப்பிடுக; மிகப் பிரகாசமான ஒளியுள்ளபொழுது பாவைகளின் சுருக்கம் கண்களைப் பாதுகாக்கின்றது; அவற்றின் பெருக்கம் மிக மங்கலான ஒளியிலும் நாம் பொருள்களைக் காணத் துணை செய்கின்றது; பாவைகளின் பொருத்தப்பாடு விபத்தினைத் தவிர்க்க நமக்குத் துணைபுரிகின்றது.

5. உங்களுடைய குருட்டிடத்தை உங்களால் கண்டறிய முடியுமா? :

பார்வை நரம்பு கண்ணுருண்டையில் நுழையும் இடத்தில் ஒரு சில மில்லி மீட்டர் குறுக்கு விட்டமுள்ள ஒரு சிறிய குருட்டிடம் (Blind spot) உள்ளது. ஒரு மிக எளிய சோதனையால் நீங்கள் இந்தக் குருட்டிடத்தைக் கண்டறியலாம். ஒரு வெள்ளைத் தாளின்மீது ஒரு கரும் புள்ளியை வரைக; அதற்கு வலப் புறத்தில் கிட்டத்தட்ட 5 செ.மீ. தூரத்தில் ஒரு கறுப்பு சிலுவைக் குறியினை வரைந்திடுக. வெள்ளைத் தாள் மேசையின்மீதிருக்கும் பொழுது உங்கள் இடக் கண்ணை மூடிக் கொண்டு உங்கள் வலக் கண்ணுல் கறுப்புப் புள்ளியினை நிலையாக உறுத்துப் பார்த்திடுக. இப்பொழுது மேசையின்மீதுள்ள தாளினை எடுத்து நீங்கள் அப்புள்ளியை உறுத்துப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும்பொழுதே அதனை உங்கள் கண்ணினை நோக்கிக் கொண்டுவருக. வலப் பக்கத்திலுள்ள சிலுவைக் குறியின் பிம்பம் மறையக்கூடிய ஓரிடத்தை நீங்கள் காண்பீர்கள். வலக் கண்ணை மூடிக்கொண்டும் சிலுவைக் குறியை உறுத்துப் பார்த்துக்கொண்டும் உங்களுடைய இடக்கண்ணின் குருட்டிடத்தை நீங்கள் கண்டறிதல் கூடும். புத்தகம் உங்கள் கண்ணருகில் கொண்டுவரப்பெறும் பொழுது கறுப்புப் புள்ளி மறைந்து போகின்றது.

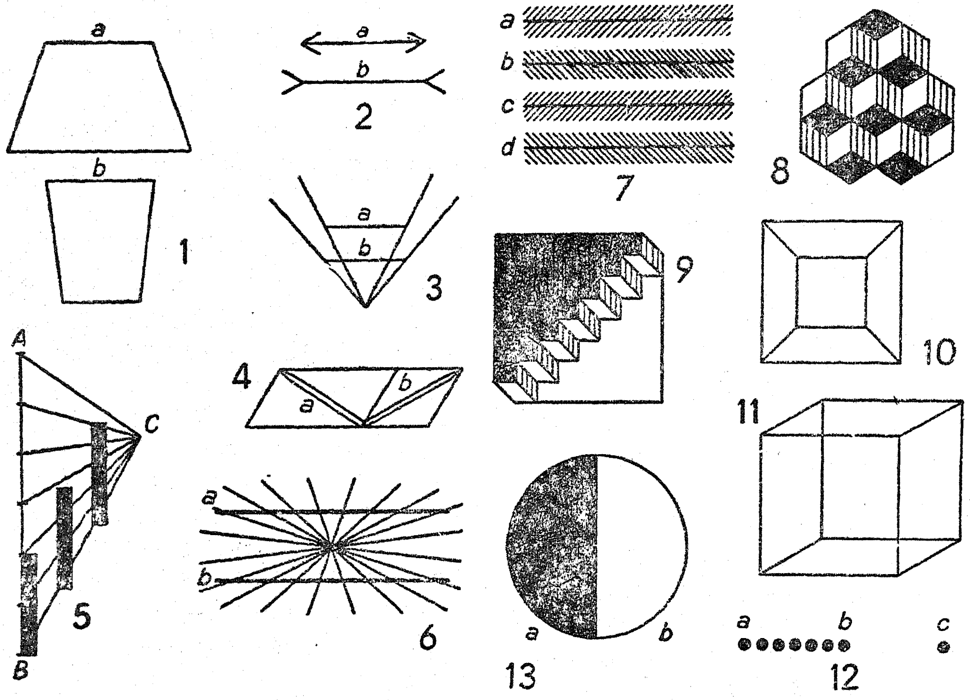
6. காட்சிப் போலிகள் (Optical illusions) :

அன்றாட வாழ்க்கையில் மிகவும் வியப்புத் தருகின்ற சில காட்சிப் போலிகள் உள்ளன. பகலவனும் மதியும் வானத்தின் உச்சியிலிருக்கும்பொழுது காணப்பெறுவதைவிட அவை தொடுவானத்திலிருக்கும்பொழுது மிகப் பெரியனவாகக் காணப்பெறுகின்றன. அவை ஒரு மலையின் பின்புறமாக எழுகின்றதைக் காணும்பொழுது, அவை நமக்கு மேல் இருக்கும்பொழுது இயங்கிச் செல்வதைவிட அவை மிக வேகமாக இயங்கிச் செல்வனபோல் காணப்பெறுகின்றன. கதிரவனின் அல்லது மதியின் ஒழுங்கான குறுக்கு விட்டத்தை ஒரு கருவியால் அளக்கும் அளவீடு அல்லது அவை எழும்பொழுதும் மறையும்பொழுதும் அவற்றின் திசைக் கோணம் (Bearing) நம்முடைய முதல் கருத்துக்களுடன் (Impressions) உறுதிப்படுவதில்லை. தொடுவானத்தின் அருகில் பருமன்கள், தூரங்கள் பற்றிய நமது மதிப்பீடுகள் (Estimates) சரியானவையாக இருப்பதில்லை; ஏனெனில் நாம் ஒப்பீடான நிலவுலகுக்கருகிலுள்ள பொருள்களை நம்முடைய தரப்படுத்தப்பெற்ற ஒப்பீடாகக் கொள்ளுகின்றோம்.

இயல்-6இல் செய்யப்பெற்ற நில அளவீட்டில் பயன்படும் கோண அளவி (Theodolite) அல்லது உயரம் அளக்கும் கருவி (Astrolabe) யையும் கோணமானி (Sextant)யையும் பகல

வன் அல்லது மதி எழும்பொழுது அல்லது மறையும்பொழுது அதன் வேகத்தை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்துக. அது நமக்கு மேலுள்ளபொழுது அதன் இயக்கத்தை ஒப்பிடுக.

பார்வை என்பது மாறிக்கொண்டேயுள்ள உலகின் ஒரு நிலையான படி (Static copy) அன்று. எந்த ஒரு கருவியைப் பயன்படுத்த எங்ஙனம் கற்றுக்கொள்கின்றோமோ அங்ஙனமே நம் கண்களைப் பயன்படுத்தவும் கற்றுக்கொள்ள வேண்டும். தூரம், திசை, நிலை இவை பற்றிய நம்முடைய மதிப்பீடுகள் யாவும் கண்திரை கூறுவனவற்றைமட்டிலும் பொறுத்ததையன்று. (கீழே சோதனை C-1ஐக் காண்க.) அவை கண்ணின் வில்லையை இயங்கும் தசைகள், அதன் விளைவினை மாற்றும் தசைகள், கண்குழியில் கண்ணையே இயக்கும் தசைகள், இவற்றுடன் கழுத்து உறுப்புக்கள், இவற்றின்



எண்கள்-1, 2, 3, 4. a, b கோடுகளை உற்று நோக்கி அவற்றின் நீளங்களை ஒப்பிடுக.

எண்-5. கறுப்பு நிறமுள்ள வேலிக் கம்பங்கள் உயரத்தில் வேறுபடுவனபோல் காணப்பெறுகின்றன.

எண்கள்-6, 7. கிடைக் கோடுகளைக் காண்க; அவை இணையாக உள்ளனவா ?

எண்-8. கன சதுரங்களைக் கணக்கிட்டுத் திரும்பவும் ஒரு முறை கவனமாகக் கணக்கிடுக.

எண்-9. மாடிப் படியினை அசையாமல் நோக்குக; அதன் பிறகு மாடிப் படி தலைகீழாகப் போவதற்கேற்ப மெதுவாகப் புத்தகத்தைத் திருப்புக.

எண்-10. உட்புறமுள்ள சதுரம் பின்னும் முன்னுமாக மாறுவதுபோல் காணப்பெறுகின்றது.

எண்-11. சில சமயம் நீங்கள் கன சதுரத்தின் உச்சிப் பகுதியைக் காண்பதுபோலவும் சில சமயம் அதன் அடிப் பகுதியை நோக்குவதுபோலவும் காணப்பெறுகின்றீர்கள்.

எண்-12. படத்தை உற்றுநோக்கி a b, b c தூரங்களை ஒப்பிடுக.

எண்-13. மேம்போக்காகப் படத்தை நோக்குக; அஃது உண்மையான வட்டமா ?

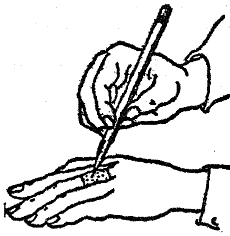
தசைகளும் அத்தசைகள் இயங்குங்கால் மூளைக்கு அனுப்பும் சைகைச் செய்திகளும் சேர்ந்த சிக்கலான இயக்கங்களைக் கொண்டுள்ளன. அன்றாட வாழ்வின் சாதாரண அனுபவத்தினின்றும் கண் தசைகளின் இயக்கங்களோடும் கண் திரையின்மீது உண்டாகும் ஒளிக் கோலத்தோடும் நம்முடைய உடல் இயக்கங்களை இணக்குவதற்கு நாம் கற்றுக் கொள்ளுகின்றோம்.

ஒளி நேர்க்கோட்டில் செல்லுகின்றது என்பதே நம் அன்றாட அனுபவத்தின் ஒரு பகுதியாகும். நாம் பொருள்களை வரிசையாக (In line) வைக்கக் கற்றுக்கொள்ளுகின்றோம். ஒரு பொருளை நோக்கிப் பற்றுவதற்கோ, அல்லது நாம் தொடும் பொருளின்மீது உற்று நோக்கலைச் செலுத்துவதற்கோ துணைசெய்யக் கூடிய நொய்மையான (Delicate) பொருத்தப்பாடு எளிதில் நிலை குலைகின்றது.

மேற்குறிப்பிட்டுள்ள விளக்கப் படங்கள் நாம் யாவரும் நன்கு அறிந்த காட்சிப் போலிகளை உணர்த்துகின்றன. சரியான அளவீடுகள் உங்களுடைய உத்தேசக் கருத்துக்களை (Impressions) உறுதி செய்யாமையைக் காண்க.

7. உங்கள் தொடுபுலன்:

ஒரு பென்சிலைக்கொண்டு உங்கள் கை நடு விரலின் முதல் மூட்டின் பின்புறம் 1 செ.மீ. சதுரத்தை அடையாளமிடுக. பென்சிலைக் கூராக்கி அக்கூர் நுனியை சதுரத்தினுள் பல இடங்களில் பலமாகத் தோலின்மீது அழுத்துக. தொடுதல், வெப்பம், குளிர்ச்சி, வலி இப்புலன்களைப் பதிவு செய்யும் நரம்பின் முடிவுகள் தோலின்மீது அமைந்துள்ளன. சதுரத்தினுள்ளேயே இவை ஒவ்வொன்றினையும் விளைவிக்கும் இடங்களைக் கண்டறிக.



தொடுதல், வெப்பம், குளிர்ச்சி, வலி இவற்றை யுணர்த்தும் புலன்கள் தீங்கு அல்லது விபத்தினைத் தவிர்ப்பதற்குத் துணை செய்யக்கூடிய நிலைமைகளை எடுத்துக்காட்டும் மேற்கோள்களைக் கூறுக.

8. வெப்பப் புலனைச் சோதித்தல்:

இயல்-13, சோதனை B-1ஐக் காண்க.

C. மானிட உடலின் சில உள்ளுறுப்புக்கள்

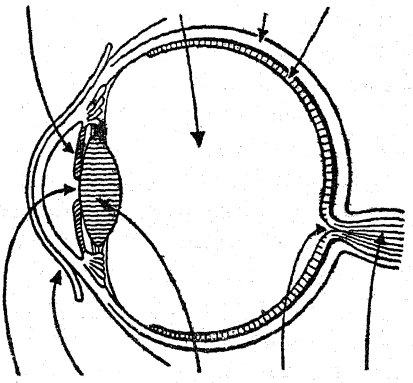
I-கண்

1. எங்ஙனம் கண்ணைப் பிளந்து ஆய்வது? :

ஓர் எருது அல்லது ஆட்டின் கண்ணை இதற்குப் பயன்படுத்தலாம். தெளிவான முன் தோல் அல்லது விழி வெண்படலத்தை (Cornea) அகற்றுக. இது விழித் திரையையும் (Iris) அதன் பின்பக்கத்திலுள்ள கண் வில்லையையும் புலப்படச் செய்கின்றது.

இக்கண் வில்லை கண்ணை இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றது. முன் பகுதியில் 'முன்-கண்-நீர்' என வழங்கப்பெறும் மெல்லிய திரவமும், பின் பகுதியின் 'பின்-கண்-நீர்' எனப்படும் கூழ் போன்ற திரவத்தையும் கொண்டுள்ளன.

கண் வில்லையையும் பின்-கண்-நீரையும் அகற்றினால் 'கண்-திரை' என வழங்கப்



பெறும் கூருணர்வுள்ள ஒரு மேற்பரப்பு காணப் பெறுதல் கூடும். இதில் கண் வில்லைக்கு எதிர்ப் புறத்தில் 'மஞ்சள் இடம்' (Yellow spot) எனப் படும் இடத்தில் கூருணர்வுள்ள உயிரணுக்கள் மிக அதிகமாக அடங்கியுள்ளன. புலனுணர்வு களைத்(Sensations) தாங்கிச் செல்லும் நரம்புகள் விழி வெளிப்படலத்திலுள்ள (Sclerotic membrane) ஒரு துளையின்வழியாகச் செல்லுகின் றன; ஆகவே இந்த இடம் ஒளியுணர்வாக இல்லை; இந்த இடமே குருட்டிடம் என வழங்கப் பெறுகின்றது.

2. ஒரு பொருளின் பிம்பம் கண்-திரையில் எங் ஙனம் தோன்றுகின்றது? :

இயல்-16இல் ஊசித் துளை காமிராவைப் பற்றிய சோதனை-A 4ஐக் காண்க.

3. கண்ணின் வில்லை கண்-திரையின்மீது எங் ஙனம் ஒரு பிம்பத்தை உண்டாக்குகின்றது ?:

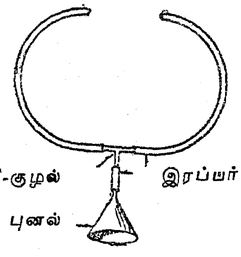
இயல்-16இல் ஒரு குவி-வில்லையில் பிம்பம் உண்டாவதைப்பற்றிய சோதனை-C 11ஐக் காண்க.

II. இதயம்

1. இதயத் துடிப்பினைக் கேட்கக்கூடிய ஓர் எளிய பொறியமைப்பினை இயற்றுதல் :

ஒரு துடிப்பறி கருவியினை (Stethoscope) இயற்றி அதனைப் பயன்படுத்தி இதயம் செயற் படுவதைக் கேட்குமாறு மாணாக்கர்களை ஏவுக.

ஒரு சிறு புனல், T-வடிவமுள்ள அல்லது Y-வடிவமுள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழல், சிறிது இரப்பர்க் குழல் இவற்றைக் கொண்டு ஒரு திருப்திகரமான செயல் விளக்கத் துடிப்பறி கருவியினை அமைக்கலாம். 7 அல்லது 8 செ.மீ. நீளமுள்ள இரப்பர்க் குழலினைப் புனலின் நுனி யில் நழுவச் செய்திடுக. (ஆய்வகத்திலுள்ள கண்ணாடிப் புனல், அல்லது குழந்தைகளின் பால் புட்டிகளை நிரப்பப் பயன்படுத்தப்பெறும் புனல் போன்ற ஏதாவது ஒருவகைச் சிறு புனல் இதற்குப் போதுமானது.) இந்தச் சிறு இரப்பர்க் குழலின் மற்றொரு முனையில் ஒரு T-வடிவக் குழலைச் செருகுக; T-வடிவக் குழலின் இரு புயங்களிலும் நீண்ட இரப்பர்க் குழல்களை இணைத்திடுக.



இந்தத் துடிப்பறி கருவியினைப் பயன்படுத்து வதற்குப் புனலைத் தன் இதயத்தின்மீது உறுதி யாகப் பிடித்துக்கொள்ளுமாறு ஒரு மாணாக்கனை யும், நீண்ட இரப்பர்க் குழல்களின் முனைகளைத் தன் காதுகளில் வைத்துக்கொள்ளுமாறு மற் றொரு மாணாக்கனையும் ஏவுக. மாணாக்கர்கள் இதயத் துடிப்புகளை விளக்கிப் பொருள்கூற இயலாது போயினும், அவர்கட்கு இத்துடிப்புக் கள் தெளிவாகக் கேட்கும். இதயம் செயற்படு வது ஒழுங்காகவுள்ளதா என்பதை அறிவதற்கு மருத்துவர் ஒரு துடிப்பறி கருவியைத்தான் பயன்படுத்துகின்றார்.

இதயம் என்ன செய்கின்றது, சீரான உடல் நலம் நிலைபெறச் செய்வதற்கு இதயத்தின் முக்கியத்துவம் போன்றவற்றைக் கலந்தாய்வ தில் இயல்பாகவே இச்சோதனை கொண்டு உய்க்கும். இதயத்திற்குத் தீங்கு பயக்கக்கூடிய செயல்களும், இதய வலுக்குறைவால் சில சமயம் விளையக்கூடிய நோய்களும் கூட கலந் தாயப்பெறலாம்.

2. நாடித் துடிப்பு வேகத்தைக் காணல் :

மணிக்கட்டின்மீது இரண்டு விரல்களை வைத்து மணிக்கட்டின் பின்புறத்தைப் பெரு விரலால் தள்ளிச் சிறிது அமுக்கத்தைத் தந்து நாடித் துடிப்பினை அறியும் சரியான வழியைச் செய்து காட்டுக. 15, 30 விநாடிகட்கு நாடித் துடிப்புக்களைக் கணக்கிட்டுக் கண்டறிவதில் பயிற்சி பெறச் செய்க.

3. நாடித் துடிப்பில் உடற்பயிற்சியின் விளைவு :

ஓய்வாக இருக்கும்பொழுதும், வேகமான உடற்பயிற்சிக்குப் பிறகும் பல மாணாக்கர்களின் நாடித் துடிப்புக்களை எடுக்கச் செய்க. ஓர் அட்டவணையில் இந்தப் புள்ளி விவரங்களைச் சுருக்கமாகக் குறிப்பிடுக.

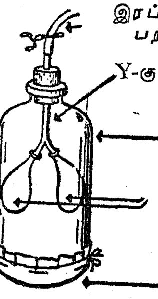
4. இதயத்தின் நாடி அடிப்பதைக் கவனித்தல்:

ஒரு தீக்குச்சியின் முனையில் ஓர் ஓவியக் குண்டூசியைக் குத்துக. உங்களுடைய மணிக் கட்டின் உட்புறம் மேல்நோக்கி யிருக்குமாறு கையை நீட்டி மட்டமாக வைத்துக் கொள்க. நீங்கள் மணிக்கட்டில் இதயத் துடிப்பினை அறியும் இடத்தில் ஓவியக் குண்டூசியின் தலைப்பகுதி யிருக்குமாறு நிறுத்துக. இதயம் அடித்துக் கொள்ளும் ஒவ்வொரு தடவையிலும் தீக்குச்சி ஊசலாடுவதை உற்றுநோக்குக.

III. நுரையீரல்கள்

1. நுரையீரல்கள் எங்ஙனம் செயற்படுகின்றன?:

இங்குள்ள விளக்கப் படத்தில் காட்டப் பெற்றுள்ள ஆய்கருவியினைக்கொண்டு இடைத் திரையின் (Diaphragm) செயலைச் செயல்மூலம் காட்டுக. இரப்பர்ப் பலூன்கள் நுரையீரல் களைக் குறிப்பிடுகின்றன; குழல் காற்றுக் குழலை



உணர்த்துகின்றது; திறந்த நிலையிலுள்ள அடி மட்டச் சாடி எலும்பாலான மார்புக் கூட்டிற்கு அறிகுறியாக உள்ளது. இடைத்திரை கீழே வருங்கால் மார்புக் கூட்டினுள் காற்றின் அமுக்கம் குறைந்து காற்று நுரையீரல்களி னுள் பாய்கின்றது. இடைத்திரை மேலே உயரும்பொழுது காற்றுப் பாய்வதை எதிரிடை யாக்குகின்றது. மூடிய நிலையிலுள்ள பற்றிறுக்கி (Clamp)யைக் கொண்டு இடைத்திரையை இயக்க முயலுக.

2. உங்கள் நுரையீரலின் கொள்ளளவு எவ் வளவு ? :

நுரையீரல்கள் இடப்பெயர்ச்சி செய்யக் கூடிய காற்றின் பரிமாணத்தைக் கண்டறிவ தில் மாணுக்கர்கள் அக்கறை காட்டக்கூடிய வர்களாக இருக்கலாம். இது மிக எளிதாகத் தீர்மானிக்கப்பெறுதல் கூடும்.

ஒரு சாடியை நீரால் நிரப்பி அதில் ஓர் இரு-துளை அடைப்பானைப் பொருத்துக. ஒரு துளை யின் வழியாக ஓர் இரப்பர்க் குழலைச் செருகுக; மற்றொரு துளை வெளிப் போகும் வழியாகச் செயற்படுகின்றது. இந்தச் சாடியை ஒரு பெரிய பாத்திரத்தில் தலைகீழாகக் கவிழ்த்து ஒரு மாணுக்கனைக் குழல்வழியாக ஒரு தடவை மூச்சுவிடுமாறு செய்க. வெளிப் போகும் வழி யில் விரல்களை வைத்து பெரிய பாத்திரத்தி னின்றும் அதனை நீக்குக. திரும்பவும் சாடியை நிரப்புவதற்குத் தேவையாகவுள்ள நீரினை அளப்பதற்கு ஓர் அளவுக் கோடுகளிடப் பெற்ற கண்ணுடிப் பாத்திரத்தைப் பயன் படுத்துக. இதற்குத் தேவையாக இருக்கும் நீரின் அளவு வெளிவிடப்பெற்ற காற்றின் பரிமாணத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்.

இயல் 18

ஆசிரியருக்கான சில பயன்படும் குறிப்புக்கள்

1. கண்ணாடிக் கலங்களைக் கழுவுதல் :

ஒரு லிட்டர் நீரில் 100 கிராம் வீரிய கந்தக அமிலம் கலந்த கரைசலில் 100 கிராம் பொட்டாசியம் டைக்ரோமேட்டைக் கரைத்திடுக. கண்ணாடிக் கலத்தை இந்தக் கரைசலில் நனைய வைத்து மீண்டும் மீண்டும் இது பயன்படுத்தப் பெறலாம்.

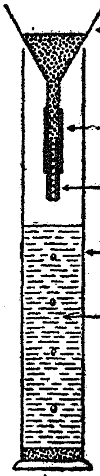
எச்சரிக்கை: அரிக்கும் இந்தக் கரைசல் தோல் அல்லது ஆடைகளின்மீது படுவதைத் தடுப்பதில் மிக அதிகமான கவனம் எடுத்துக் கொள்ளப்பெறுதல் வேண்டும். வீரிய கந்தக அமிலத்தை நீர்த்த அமிலமாக்குவதற்கு ஒரு கற்பாத்திரம் அல்லது மட்கலத்தைப் பயன் படுத்துக. அமிலம் நீருடன் கலக்கும் செயலில் அதிகமான அளவு வெப்பம் வெளிவிடப்பெறுவதால் நீரில் அமிலத்தை மிக மெதுவாக ஊற்றுக.

தெரிந்த மூலத்தினின்று ஏற்படும் கறைகளை அகற்றுவதற்கு ஆசிரியர் தமது வேதியியல் அறிவினை பயன்படுத்துதல் வேண்டும். மாசுற்ற கலன்களில் காரங்கள், காரங்கள் சம்பந்தமான எதிர் வினைகளால் உண்டான உப்புக்கள் இவை களிருப்பின், ஒரு சிறிதளவு நீர்த்த அமிலத்தைக்கொண்டு தூய்மையாக்குவதற்கு முதலில் முயல வேண்டும்; அந்தக் கறை பொட்டாசியம் பர்மாங்கனேட்டினுல் ஏற்பட்டதாக இருப்பின், சோடியம் சல்ஃபைட்டுக் கரைசலில் சிறிதளவு நீர்த்த கந்தக அமிலத்தைச் சேர்த்து அதனைக் கொண்டு அக் கறையை நீக்க முயலலாம். இங்ஙனம் பல முறைகள் உள்ளன.

காரங்கள் மெதுவாகக் கண்ணாடியைத் தாக்குகின்றன; சோடாக் காரம் போன்ற பொருள்கள் நீண்ட காலமாகக் கொண்டுள்ள புட்டிகள் எப்பொழுதுமே தம்முடைய ஒளி புகும் நிலையைத் திரும்பவும் பெற முடியாது.

2. பாதரசத்தைக் கழுவுதல் :

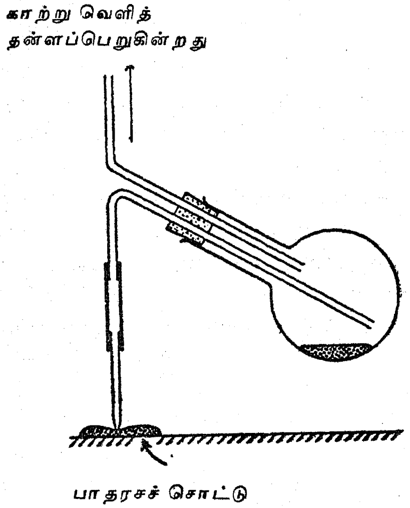
ஒரு மேற்பரப்பின்மீது பாய்ந்து செல்லும் பாதரசம் 'வால்களை' (Tails) விட்டுச் சென்ருல், அந்தப் பாதரசம் கழுவப்பெறுதல் வேண்டும். சாதாரணமாகச் சோதனைகளில் வினைப்படுத்தும் பொருளாகப் (Reagent) பயன்படும் நீர்த்த நைட்ரிக் அமிலத்தைவிடச் சற்று அதிகமாகவே நீர் கலந்த நைட்ரிக் அமிலத்தைக் கொண்ட ஓர் உயரமான உருளை வடிவமான கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் பாதரசம் துளி துளியாகச்



சொட்டப்பெறுகின்றது. புனலின் நுனியில் பொறுத்தப்பெற்றுள்ள தந்துகிக் குழல்வழியாகப் (Capillary tube) பாதரசம் செலுத்தப் பெறுங்கால் அது ஒரு மெல்லிய அருவிபோல் விழுமாயின், அது மிகவும் சிறப்பாக அமைகின்றது. அதன் பிறகு அப் பாதரசம் ஓர் உறுதியான புட்டியில் நீருடன் சேர்த்து நன்ருகக் குலுக்கப்பெற்று அதிலுள்ள அமிலம் அகற்றப் பெறுகின்றது. இறுதியாக அது வழக்கமான முறையில் மடிக்கப்பெற்று ஒரு புனல்போல் அமைந்த ஒரு வடிதாளின் நடுவில் செய்யப் பெற்றுள்ள ஓர் ஊசித் துளையின் வழியாகச் செலுத்தப்பெறுகின்றது. புனலில் தங்கும் பாதரசத்தின் இறுதித் துளிகள் அடுத்த முறை பாதரசம் கழுவப்பெறுங்கால் இருக்கட்டும் எனத் தனியே வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். பாதரசம் மிக உலர்ந்த நிலையில் இருக்க வேண்டுமாயின் அஃது இறுதியாக வடிகட்டப் பெறுவதற்கு முன்னர் அஃது ஒரு காற்றடுப்பில் வெது வெதுப்பாக்கப்பெறலாம்.

3. கொட்டிப்போன பாதரசத்தின் காற்றுக் குமிழிகளை அகற்றுதலும் அப்பாதரசத்தைத் திரும்பப் பெறுதலும்[1] :

பாதரசத்தினுல் நிரப்பப்பெறும் ஒரு குழலில் காற்றுக் குமிழிகள் தோன்றுகின்றன. அக்குழல் முற்றிலும் நிரம்புவதற்கு முன்னர் அஃது ஒரு விரலால் மூடப்பெற்று, கவிழ்க்கப்பெற்று ஒரு பெரிய காற்றுக் குமிழி மேற்புறமாகச் செல்லுமாறு செய்யப்பெற்று, அக்குமிழிகள் அகற்றப் பெறுகின்றன. அப் பெருங்குமிழி மேல் நோக்கி நகரும்பொழுது அது சிறு குமிழிகளை ஒன்று சேர்க்கின்றது. மீண்டும் அக்குழல் திருப்பப் பெறும்பொழுது அப் பெரிய குமிழியும் தன்னுடைய பாதையைத் திருப்பிக்கொண்டு, மேல் நோக்கி நகர்ந்து, வெளியேறுகின்றது. அதன் பின்னர்க் குழலை நிரப்புவதற்குத் தேவையாகவுள்ள சிறிதளவு பாதரசம் சேர்க்கப்பெறுகின்றது.



தட்டு, பெஞ்சு அல்லது தரையில் கொட்டிப்போகும் பாதரசம் ஒரு சிறு கழுவு புட்டியின் (Wash bottle)மூலம் உறிஞ்சப்பெற்றுத் திரும்பப் பெறப்படுகின்றது. இங்குள்ள விளக்கப் படம் இதனைக் காட்டுகின்றது.

---

[1]எச். என். சாண்டர்ஸ் எழுதிய 'The Teaching of General Science in Tropical Secondary Schools' என்ற நூலிலிருந்து இக்குறிப்பு எடுக்கப்பெற்றது. வெளியீடு : London, Oxford University Press, 1955. காண்க : (Unesco Handbooks on the Teaching of Science in Tropical Countries, Vol. 7.)

4. உயிரியல் பொருள்களின் சேகரங்கள் :

இவை நல்ல நிலையில் வைத்துக் கொள்ளப் பெறுதவரை இவற்றுல் யாதொரு பயனும் இல்லை; வெவ்வேறு வகை வெவ்வேறு விதமாகக் கையாளப்பெறுதல் வேண்டும்.

மலர்களும் தாவரங்களும்: உலர்ந்த மாதிரிப் பொருள்களின் சேகரம் 'ஹெர்பேரியம்' (Herbarium) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது. பொது மேற்கோளுக்காக அடையாளங் காணப்பெற்ற தாவரங்களை அளிப்பதும் புதிதாகத் திரட்டப்பெறும் மாதிரிப் பொருள்கட்குப் பெயரிடுவதை எளிதாக்குவதும் இதன் முக்கிய நோக்கமாகும். பல்வேறு வகைப் பூக்கள், இலைகள், பழம் (நெற்று), வேர்கள் இவைகளை எடுத்துக் காட்டி விளக்கக்கூடியதற் கேற்ப ஆசிரியர் பொருள்களைக் கையிருப்பாக வைத்துக்கொண்டிருக்கவேண்டும். ஒரு தாவரத்தின் எல்லாப் பகுதிகளும் இல்லாதவரை ஒரு மாதிரிப் பொருள்முற்றுப்பெற்றதாகக் கொள்ள முடியாது. பூக்களும், பழங்களும் ஒரே காலத்தில் எப்பொழுதும் தோன்றுவாதலின், ஒரு தாவரத்தின் மாதிரிப் பொருள்களை ஒரு தடவைக்கு மேற்பட்டுச் சேகரஞ் செய்யவேண்டியிருக்கும்.

இரண்டு செய்தித் தாள் ஏடுகளுக்கிடையில் வைத்து அமுக்கி தாவரங்கள் உலர்த்தப்பெறுதல் கூடும். இதற்காக பிரத்தியேகமான தாளும் விலை கொடுத்து வாங்கப்பெறுதல் கூடும்; ஆனுல் மாதிரிப் பொருளுக்கு ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் இரண்டு அல்லது மூன்று ஏடுகளை வைத்துக்கொண்டால் செய்தித் தாளே திருப்திகரமான ஏற்ற பொருளாக அமைகின்றது. ஒரே சமயத்தில் மாதிரிப் பொருளின் பல அடுக்குகள் அமுக்கப்பெறுதல் கூடும். ஒவ்வொரு சில அடுக்குகளுக்கிடையிலும் விறைப்பான வளைந்து நெளிந்துள்ள தாளினை (Corrugated paper) நுழைத்து உலர்தலுக்குத் துணைபுரியலாம்.இந்தச் செய்தித் தாள் ஏடுகளை ஒரு மேசையின்மீது பளுவான எடைகளேற்றப் பெற்ற ஓர் ஓவியப் பலகையின்கீழ் வைத்து இந்த உலர்தலை மேற்கொள்ளலாம். ஆனுல் வில் இடுக்கிகளாலும் ஒழுங்குபடுத்தக்கூடிய மறை இடுக்கிகளாலும் அல்லது தோல்பட்டை வார்களாலும் அமுக்கப்பெற்றுள்ள இரண்டு

கம்பிச் சட்டங்களுக்கிடையில் உலர்தல் மிக விரைவாக நடைபெறுகின்றது. முதலில் ஒரு சில நாட்களுக்கு ஒவ்வொரு நாளும் மாதிரிப் பொருள்கள் அகற்றப்பெற்று புதிதான உலர்ந்த தாள்கட்கிடையில் வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; ஆனால் அப்பொருள்கள் சற்று உலர்ந்ததும் இத்தகைய மாற்றங்கள் அடிக்கடிச் செய்யப்பெற வேண்டியதில்லை.

100 மில்லி லிட்டர் மெத்திலேடட் ஸ்பிரிட்டில் (மெத்தில் சாராயம்) 0·5 கிராம் மெர்க்கியூரிக் குளோரைடு கரைந்த கரைசலைக்கொண்டு மாதிரிப் பொருள்கள் தூரிகையினால் இலேசாகத் தடவப்பெற்றால் அவற்றின்மீது பூஞ்சக் காளான் வளர்வதைத் தடுக்கலாம். அதன் பின்னர் மாதிரிப் பொருள்கள் விறைப்பான ஓவியத் தாள் ஏடுகள் அல்லது கிட்டத்தட்ட 25×45 செ.மீ. அளவுள்ள பிரத்தியேகமாகச் செய்யப்பெற்ற அட்டைகளின்மீது ஒட்டப்பெறுதல் வேண்டும். ஒட்டும் பசையிலும் சிறிதளவு மெர்க்கியூரிக் குளோரைட் கலந்திருக்கவேண்டும்; இதுவும் பூச்சிகளால் தாக்கப்பெறாமல் தடுக்கும். மாற்று வழியாக, அல்லது மேற்கண்ட முறையுடன் சேர்ந்து, மாதிரிப் பொருள் அட்டையுடன் தைக்கப்பெறுதல் கூடும்; அல்லது ஒளிபுகும் ஒட்டும் நாடாவினால் பற்றச் செய்யப்பெறுதல் கூடும்.

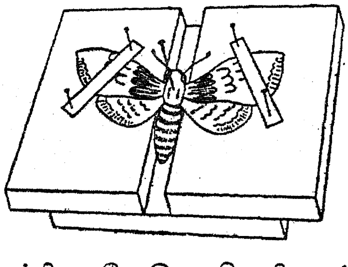
ஒவ்வொரு மாதிரிப் பொருளின்மீதும் குறைந்தது அடியிற் கண்டவாறு பெயரொட்டப்பெறுதல் வேண்டும்: (அ) அதன் பெயர், இனக் குடும்பத்தின் பெயர்; (ஆ) மாதிரிப் பொருளை அடையாளங் கண்டவர் அல்லது குழுவின் பெயர்; (இ) கண்ட இடம், கண்டறியப்பெற்ற நாள்; (ஈ) கண்டெடுத்தவரின் பெயர்.

மாதிரிப் பொருளைச் சேர்ந்த பழங்கள் (நெற்றுக்கள்) அல்லது பருமனான பொருள் பெயரொட்டப்பெற்றுத் தனியாகச் சேகரஞ் செய்யப்பெறுதல் வேண்டும்; ஆனால் சிறிய விரைகள் ஓர் உறையில் வைக்கப்பெற்று அட்டையின்மீது இணைக்கப்பெறுதல் கூடும்.

பூச்சிகள்: பொருத்தமான நஞ்சுள்ள ஓர் அகண்ட வாயுள்ள புட்டியில் இவை மிக நன்றாகக் கொல்லப்பெறுகின்றன. கொல்லும் புட்டியொன்று பின்வருமாறு இயற்றப்பெறுகின்றது. 20 சதவிகிதம் பொட்டாசியம் சயனைடு கொண்ட சோடியம், பொட்டாசியம் சயனைடுகள் கலந்துள்ள 'வாணிகப் பொருள்' இதற்குத் திருப்திகரமானது. கரைசலில் சிறிதளவு பாரீஸ் காரையைச் சேர்த்து ஒரு மெல்லிய பசையாகக் கலக்கப்பெற்று ஒரு புட்டியின் அடிமட்டத்தில் 1 செ.மீ. ஆழத்திற்கு விரைவாக ஊற்றப்பெற்று அங்கு அப்படியே இறுகவிடப்பெறுகின்றது. இந்த சயனைடு - பாரீஸ் காரையின்மீது வைப்பதற்கேற்ப ஒரு மையொற்றுத் தாளினை வெட்டுக. இந்த வட்டமான தாள் நிறையத் துளைகளை இடுக. இந்தப் புட்டிக்கு மரையுள்ள ஒரு மூடி, அல்லது காற்றுப் புகாதவாறு இறுக்கமாகவுள்ள அடைப்பான் இருத்தல் வேண்டும்; இந்த அமைப்பில் இது சில மாதங்கள்வரை பயன் விளைவிக்கத் தக்கதாக இருக்கும்.

எச்சரிக்கை : பொட்டாசிய சயனைடும் சோடிய சயனைடும் இறப்பினை விளைவிக்கக் கூடிய நச்சுத் தன்மையுடையவையாதலின் அவை மிக மிகக் கவனத்துடன் கையாளப்பெறுதல் வேண்டும்.

சிறைப்படுத்தப்பெற்ற பூச்சி முதன்முதலாகக் கொல்லும் புட்டியில் வைக்கப்பெற்றதும் அஃது உணர்ச்சியற்றுப் போகின்றது; ஆகவே அது சாகும்வரையில் சிலமணி நேரம் அப்படியே விட்டுவைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். அதன்பிறகு அஃது ஓர் அமைப்புப் பலகைக்கு அகற்றப்பெறலாம். வழக்கமாக அரை-வட்டப் பள்ளத்துடன் கூடிய 'பலகைக்குப்' பதிலாக உள்ளது படத்தில் காட்டப்பெற்றுள்ளவாறு அமைந்த சாதனம் ஆகும்; இந்த அமைப்பில் அமுக்கப்பெற்றுள்ள இரண்டு தக்கைத் தகடுகள், அல்லது தடித்த அட்டைகள் தம்முடைய



விளிம்புகட்கிடையே இடைவெளியுடன் மூன்றாவது தகட்டுடன் பொருத்தப்பெற்றுள்ளன. பூச்சியைத் திருப்தியான முறையில் பிடித்துக் கொள்ளுவதற்கேற்ப அமைப்புப் பலகை

சற்றுப் பெரிதாகவே இருத்தல் வேண்டும். பூச்சியினங்களுக்குரிய வகையைச் சார்ந்த ஒரு நீண்ட மெல்லிய குண்டூசி பூச்சியின் மார்பறையின் நடுவில் செலுத்தப்பெறுகின்றது; பூச்சி பள்ளத்தில் சரியான நிலையில் உறுதியாக அமைக்கப்பெற்ற பின்னரே குண்டூசி செலுத்தப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு பூச்சியின் இறக்கைகள், கால்கள், உணர் இழைகள் (Antennae) இவைகள் தேடுகருவி அல்லது நுண்ணிய சாமணத்தால் மிகக் கவனமாகப் பரப்பப்பெற்றுக் குறுகலாகவுள்ள காகிதத் துண்டுகளால் சரியான இடத்தில் வைக்கப் பெறுகின்றன. (இக்காகிதத் துண்டுகள் குண்டூசிகளால் பிடித்துக் கொள்ளப்பெறுகின்றன; இக்குண்டூசிகள் பூச்சியினைத் தொடுதல் கூடாது.) இப்பொழுது மாதிரிப் பொருள் முற்றிலும் நன்றாக உலர்த்தப்பெறுதல் வேண்டும்; அமைப்புப் பலகை ஓர் உலர்த்தும் பாண்டத்தில் (Desiccator) சில நாட்கள் வைக்கப்பெருதவரை வெப்பமண்டலப் பகுதிகளில் உலர்த்துவது ஓர் எளிதான செயலன்று. அஃது உலர்ந்ததும் பூச்சியின் பல்வேறு உறுப்புக்கள் சரியான இடத்தில் அமைந்து விடுவதால் காகிதத் துண்டுகள் அகற்றப்பெறுகின்றன. அஃது எளிதில் உடையக்கூடிய தன்மையுடனிருப்பதால் மார்பறையிலுள்ள குண்டூசி அசைவதற்குரிய எவ்வித முயற்சியையும் மேற்கொள்ளலாகாது. இந்தக் குண்டூசியைக் கொண்டுதான் பூச்சி அமைப்புப் பலகையினின்றும் உயர்த்தப்பெற்று ஏற்றும் அட்டையில் பொருத்தமான நிலையில் குத்தப்பெறுகின்றது. இந்த ஏற்றும் அட்டை என்பது ஓர் அட்டை அல்லது அமுக்கப்பெற்ற தக்கையாலானது; இஃது சமதளமாகவுள்ள தகரப் பெட்டி அல்லது வேறு பொருத்தமான பெட்டியின் அடிமட்டத்தில் பொருந்துமாறு முன்னதாகவே வெட்டப்பெற்றதாகும்; இந்தப் பெட்டியின் மூடிக்குப் பதிலாக ஒரு கண்ணாடி முகப்பு அமைக்கப் பெறலாம்.

வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் மாதிரிப் பொருள்களைப் பேணுதல் ஓரளவு சங்கடமான செயலாகும்; அங்குப் பல்வேறு வகை எறும்புகள் அவற்றைத் தாக்குதலைத் தடுத்தல் முக்கிய பிரச்சினையாக உள்ளது. சில நுண்ணிய இன வகை எறும்புகள் புதிதான அல்லது உலர்ந்த உள்ளுறுப்புக்களின்மீது ஆவலுள்ளனவாகக் காணப்பெறுகின்றன; தலை, மார்புக் கூடு, இறக்கைகள் இவற்றைத் தவிர ஒவ்வொன்றையும் அவை அகற்றுவதில் முனைந்துள்ளன. ஆதலால் மாதிரிப் பொருள்கள் எறும்புகள் புகா பெட்டிகளிலோ அல்லது திரவங்களால் சூழப்பெற்றுள்ள ஏதாவது ஒரு தாங்கியின் மீதுள்ள பெட்டிகளிலோ வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். (ஆவியாதல் காரணமாக நீர் அடிக்கடி ஊற்றப்பெறுதல் வேண்டும்; கொசுக்கள் பெருகுவதைத் தடுப்பதற்காக அதன்மீது ஓர் எண்ணெய்ப் படலம் அல்லது தொற்றுநீக்கியின் (Disinfectant) படலம் அமைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். ஒரு மோட்டார் குழியிலுள்ள பயன்படுத்தப்பெற்ற பொறி எண்ணெய்க்கு அதிகமான கவனம் தேவையில்லை; அது நீர் பயன் விளைவிப்பதைப் போலவே பயன் விளைவிக்கக் கூடியது.) எண்ணெய் அல்லது தொற்று நீக்கியினைக் கொண்ட தகரக் கலங்களில் ஒரு மேசையின் கால்கள் இருக்குமாறு அமைத்து அந்த மேசையின்மீது பூச்சிப் பெட்டிகளை வைத்தலே இப் பிரச்சினைக்குச் சிறந்த முறையில் தீர்வு காண்பதாகும். மேசையின் கால்கள் திரவத்தின் நடுவில் கவிழ்ந்த நிலையில் வைக்கப்பெற்றுள்ள சிறிய தகரக் கலங்களின்மீது இருக்குமாறு அமைத்து விட்டால் அவை தூய்மையாகவும் நனையாமலும் இருக்கும். எறும்புகளும் தீங்கு பயக்கும் வேறு பூச்சிகளும் திரவத்தின் மேற்பரப்பைக் கடந்து செல்ல முடியாது.

வேறு உயிரியல் சம்பந்தமான மாதிரிப் பொருள்கள்: நீர்-நில வாழ்வன, ஊர்வன, பறவைகள், பாலுண்ணிகள் முதலியவை குளோரோஃபாரம் என்ற ஒரு மயக்க மருந்தால் கொல்லப்பெறுகின்றன; இப்பிராணிகள் இருக்கவேண்டிய பெட்டியில் அட்டை போலமைந்த பஞ்சினைக் குளோரோஃபாரம் திரவத்தில் தோய்த்து வைத்து இச்செயல் நிகழ்த்தப்பெறுகின்றது. 70 சதவிகித சாராயம் அல்லது 4 சதவிகித ஃபார்மலின் (Formalin) என்ற திரவங்களில் பாலுண்ணிகளைப் பாதுகாப்பாக வைக்கலாம். நீர்-நில வாழ்வன, ஊர்வன, நத்தை இனப்பிராணிகள் (Molluscs) மேலோடுள்ள நண்டு இனத்தைச் சேர்ந்த பிராணிகள் (Crustaceans) ஆகியவைகளை

சாராயத்தில் வைத்துக் காப்பதுதான் மிகவும் பொருத்தமாகும்.

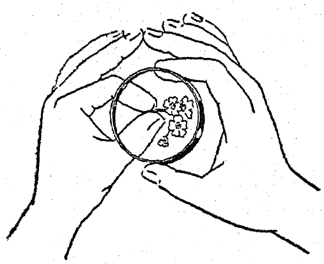
வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் சிறிய எலும்புக் கூடுகளைத் தூய்மையாக்குதல், பெரிய கொம்பு போன்ற பூச்சிகளின் (Beetles)—வண்டு, விட்டில் தட்டான் பூச்சிகள் போன்றவை—உள்ளுறுப் புக்களை நீக்குதல் போன்ற வேலைகள் எறும்பு களிடம் விட்டுவிடப்பெறுதல் கூடும். ஒரு பொருத்தமான இடத்தில் இறந்த பிராணிகள் திறந்த நிலையில் வைக்கப்பெறுகின்றன. அவைகளின் இருப்பு பல்வேறு எறும்புகளால் கண்டறியப்பெறுகின்றன; மிக விரைவான காலத்தில் மிகவும் தூய்மையான மாதிரிப் பொருள் தங்குகின்றது. பழைய பல் துலக்கும் தூரிகையால் எலும்புகள் அழுத்தித் துடைக்கப் பெறலாம்; முதலில் சலவைச் சுண்ணும்பினையும் அதன் பிறகு ஹைட்ரஜன் பராக்சைடினையும் பயன்படுத்துதல் வேண்டும்.

5. தாவர இயல் சம்பந்தமான மாதிரிப் பொருள்கள்:

அமுக்கி வைக்கும்வரையிலும் இவை அப் படியே புதியனவாக இருப்பதற்கு இவை ஒரு மூடிய தகரக் கலத்தில் ஒரு குளிர் முறைப் பாது காப்புப் பெட்டியில் வைக்கப்பெறுகின்றன; இங்கு அவை விறைப்பாகவும் புதியனவாகவும் ஒரு வார காலத்திற்கு நீடித்து நிற்கும்.

6. கை வில்லை:

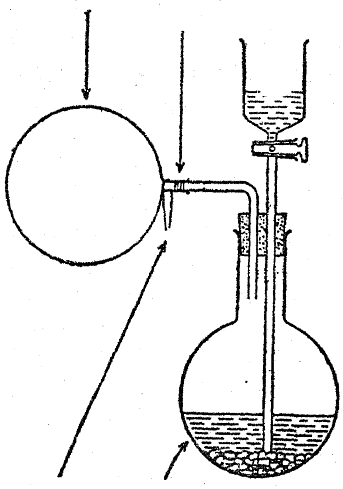
இளம் மாணுக்கர்கள் கண்ணுடி வில்லையை யும் (Lens) பொருளையும் அசையாமல் வைத்துக்



கொள்வதில் சங்கடப்படுகின்றனர்; ஆகவே அவர்கள் பிம்பத்தைக் குவிய நிலையில் வைப்ப தில் தவறுகின்றனர். ஒரு கையின் பெருவிரலும் சுட்டு விரலும் பொருளைப் பிடித்துக்கொண்டும், மற்றொரு கையின் பெருவிரலும் சுட்டு விரலும் கண்ணுடி வில்லையைப் பிடித்துக் கொண்டும் இரண்டு கைகளின் நடு விரல்களின் நுனிகளை ஒருசேர அமுக்கிய நிலையில் வைத்துக்கொண் டால் இந்நிலையை எளிதில் கட்டுப்படுத்தி விட லாம்.

7. ஹைட்ரஜன் பலூன்[1]:

விளையாட்டுக் கருவியாக அமையும் ஒரு பலூனை ஹைட்ரஜனுல் நிரப்புவதில் ஒரு திஸில் புனலுக்குப் பதிலாக திருகு பிடியமைந்த குழலுடைய (Tap) புனல் பயன்படுத்தப்பெறு



தல் கூடும். போக்கு குழாயின் குறுக்களவு எவ்வளவு இயலுமோ அவ்வளவு பெரியதாக இருத்தல் வேண்டும். பலூனின் முனை கண் ணுடிக் குழலின் நுனியுடன் கட்டப்பெறுதல் வேண்டும். இதனுல் கண்ணுடிக் குழலினின்றும் பலூனை அகற்றுமலேயே அதனை இறுதியாகக் கட்டுவதற்கு வசதியாக அமைகின்றது. அமிலம் பாத்திரத்தினுள் செலுத்தப்பெற்றுத் திருகு பிடி மூடப்பெறுகின்றது. பாத்திரம் ஒரு வலிமை யான குடுவை அல்லது புட்டியாக இருத்தல் வேண்டும்.

[1] எச். என். சாண்டர்ஸ் எழுதிய 'The Teaching of General Science in Tropical Secondary Schools' என்ற நூலிலிருந்து இக்குறிப்பு எடுக்கப்பெற்றது. வெளியீடு: London, Oxford University Press, 1955. (காண்க: Unesco Handbooks on the Teaching of Science in Tropical Countries, Vol. 7.)

8. வெப்ப மண்டல நிலைகள்:

வெப்ப மண்டலப் பகுதிகளில் சிறப்பாகக் குளிர் காலத்தில் ஆய்வகத்தில் சங்கடம் ஏற்படுவதற்குப் பல காரணங்கள் உள்ளன. பொருள்கள் அழிகின்றன; தாள்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்ளுகின்றன; கருவிகளில் துரு ஏறுகின்றது; மாதிரிப் பொருள்களின்மீது பூஞ்சக்காளான் படியத் தொடங்குகின்றது; கண்ணுடி வில்லைகளின்மீது காளான் வளர்கின்றது; இஃது அவற்றைப் பயனற்றவைகளாகச் செய்து திருத்தமாகத் தேய்க்கப்பெற்றுள்ள அவற்றின் மேற்பரப்புக்களைச் சிதைத்து விடுகின்றது. இவற்றுடன் வேறு நாச வேலைகளும் நடைபெறுகின்றன. எறும்புகள், கறையான்கள் (Termites), வேறு பூச்சிகள் தம்முடைய முடிவில்லாத அழிவு வேலையைத் தொடர்ந்து செய்கின்றன.

காற்றுப் புகா கொள்கலனில் எது வைக்கப்பெறுதல் கூடுமோ அஃது அங்ஙனமே வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். கொழுப்புப் பசை நன்கு தடவப்பெற்ற மூடிகளைக் கொண்ட மாதிரி சாடிகள் போன்ற கண்ணுடி சாடிகள் இதற்கு மிகவும் சிறந்தவை. இனிப்புப் பொருள்கள் வைக்கப்பெற்றிருந்த மரையுள்ள மூடியைக் கொண்ட புட்டிகள் மிகவும் பயன்படத்தக்கவை. ரொட்டிக் கலங்கள், பணியாரக் கலங்கள் போன்றவை உலோகக் கொள்கலங்களை, மூடிக்கும் கொள்கலனுக்கும் இடையிலுள்ள பொருத்து வாயில் காப்பிடு நாடாவை இணைத்து ஓரளவு காற்றுப் புகாதவாறு அமைத்திடலாம்.

பயன் இல்லாதபொழுது நுண்பெருக்கிகளின் வில்லைகள் உலர்த்தும் பாண்டத்தில் வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். கரு நெய்க்காரத்தில் (Creosote) நனைக்கப்பெற்ற கயிற்று வில்லையின் கொள்கலனுடன் வைக்கப்பெற்றால் அது பூஞ்சக்காளான் வளர்வதைத் தடை செய்வதாகக் கண்டறியப்பெற்றுள்ளது.

மழைக் காலத்தில் நுண்பெருக்கிகள், மின்னோட்டமானிகள், ஏனைய கூருணர் கருவிகள் ஆகியவை இயன்றால் எப்பொழுதுமே எரிந்து கொண்டிருக்கும் 50-வாட் மின்குமிழைக் கொண்ட ஒரு காற்றுப் புகா நிலையறைப் பெட்டியில் (Cupboard) சேகரஞ் செய்யப் பெறுதல் வேண்டும். சிறிதளவு களிம்பு நெய் (Vaseline) தடவப்பெற்றுள்ள பொருளில் ஊசிகள் செருகப்பெறுதல் கூடும். திருகுமானிகள், வெர்னியர் காலிப்பர்கள், இசைக் கவைகள் போன்ற உலோகத்தாலான கருவிகளின்மீது கொழுப்பெண்ணெய் தடவப்பெறுதல் (Greased) வேண்டும். வாலை தாங்கியிலுள்ள அடித்தளத்தின் மரையாணிகள், வாலை வளையங்கள், வாலையின் இறுக்கிகள் ஆகியவற்றில் அடிக்கடி எண்ணெய் தடவப்பெறுதல் வேண்டும். மருத்துவர் அறுவைக் கத்திகள் களிம்பு நெய் தடவப்பெற்று ஒரு பெட்டியில் வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். கைக் கருவிகளின் உலோகப் பகுதிகள் எண்ணெய் தோய்ந்த கந்தைத் துணியால் தேய்க்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

பசை, பிசின், கோந்து ஆகியவை பூச்சிகளை விலக்கித் தள்ளுவதற்கு ஏதாவது ஒரு வேதியியற் பொருளைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும். வெப்பமண்டலப் பகுதிகளுக்கென அத்தகைய ஒட்டு பொருள்கள் பிரத்தியேகமாகத் தயாரிக்கப்பெற்று விற்கப்படுகின்றன. ஆனால், ஆசிரியரே தன்னுடைய பசையைத் தயாரிக்கும் பொழுது சிறிதளவு மெர்க்கியூரிக் குளோரைடு (வீரம்) கரைசலைச் சேர்த்துக் கொண்டால் நல்ல பயனைத் தரும். (Calcium Chloride Institute, 909 Ring Building, Washington, D.C., U.S.A.)—என்ற ஆராய்ச்சிக் கழகம் வெளியிட்ட It's Easy to Reduce Humidity என்ற சிறு புத்தகத்தையும் கலந்தாராய்க.)

9. பண்ணை வளர்ப்புக் கரைசல் (தாவரங்கட்கு):

அடியில் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள மிகத் தூய்மையான உப்புக்கள் ஒருசேர ஒரு லிட்டர் வாலை வடிநீரில் கரைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்

0·70 கிராம் பொட்டாசிய நைட்ரேட்டு

0·25 கிராம் கால்சிய சல்ஃபேட் (நீருட்டியது)

0·25 கிராம் கால்சிய ஹைட்ரஜன் பாஸ்ஃபேட்டு (நீருட்டியது)

0·25 கிராம் மக்னீசயம் சல்ஃபேட்டு (நீருட்டியது)

0·08 கிராம் சோடிய குளோரைடு

0·005 கிராம் ஃபெர்ரிக் குளோரைடு (நீருட்டியது). அதன் பிறகு இந்தக் கரைசலுடன் அடியிற் கண்டவை சேர்க்கப்பெறுதல் வேண்டும்:

1 மில்லி லிட்டர் 0·06 சதவிகித போரிக் அமிலக் கரைசல்

1 மில்லி லிட்டர் 0·04 சதவிகித மாங்கனீஸ் குளோரைடு கரைசல்.

10. சாயங்கள் (Stains) :

பொதுவாக கரைசலாகத் தயாரிப்பிலுள்ள சாயங்களை வாங்குவதே விரும்பத் தக்கது; ஆனால், அடியிற்கண்டவை பயன்படத்தக்க மருந்து விவரப் பட்டிகளாகும்.

(அ) அனிலீன் சல்ஃபேட்டு: நிறை நிலைக் கரைசலுடன் (Saturated solution) ஒரு சில துளிகள் நீர்த்த கந்தக அமிலம் சேர்க்கப் பெறுகின்றது.

(ஆ) வெண்காரக் கார்மைன் : 4 கிராம் வெண்காரம் 100 மில்லி லிட்டர் நீரில் கரைக்கப் பெறுகின்றது; 3 கிராம் கார்மைன் (Carmine) அதனுடன் சேர்க்கப்பெற்று, கார்மைன் கரையும்வரையிலும் அக் கரைசல் வெது வெதுப் பாக்கப்பெறுகின்றது; 70 சதவிகித 100 மில்லி லிட்டர் எத்தில் சாராயம் அதன் பிறகு சேர்க்கப் பெற்று கரைசல் வடிகட்டப்பெறுகின்றது.

(இ) சாஃப்ரனின் : 1 கிராம் 100 மில்லி லிட்டர் நீரில் அல்லது 50 சதவிகித நீர்-எத்தில் சாராயத்தில் (Aqueous ethyl alcohol) கரைக்கப் பெறுகின்றது.

11. கடல் நீர் :

கடல் நீருக்குப் பதிலாக ஒரு பயன்படத்தக்க நீர் அடியிற் கண்டவைகளை 2 லிட்டர் நீரில் கரைத்துப் பெறப்படுகின்றது :

45·0 கிராம் சோடியம் குளோரைடு
3·5 கிராம் மக்னீசயம் சல்ஃபேட்டு
5·0 கிராம் மக்னீசயம் குளோரைடு
2·0 கிராம் பொட்டாசிய சல்ஃபேட்டு.

12. சுண்ணாம்பு நீர் :

நீரில் சுண்ணாம்பு நன்றாகக் கரைவதில்லை; ஆனால் 10 கிராம் நீர்த்த சுண்ணாம்பினை (Slaked lime) 1000 க. செ.மீ. வாலை வடிநீரில் கரைத்து வகுப்பறைத் தேவைக்குரிய கரைசல் எளிதாகத் தயாரிக்கப்பெறுகின்றது. நன்றாகக் குலுக்கிய பிறகு, பயன்படுத்துவதற்கு முன்பு அதனை அப்படியே படியுமாறு வைத்திடுக.

13. லிட்மஸ் கரைசல் :

சூடாக்குவதால் லிட்மஸ் சிதைவுறுகின்றது; ஆகவே திடப்பொருளாகவுள்ள லிட்மஸை குளிர்ந்த வாலை வடிநீருடன் சேர்த்துப் பிழிந்து அக் கரைசல் தயாராக்கப்பெறுதல் வேண்டும். மேலும், அது காற்று காணும் வாய்ப்பினைத் தரும் புட்டிகளில் சேகரஞ் செய்யப்பெறுதல் வேண்டும்; இல்லையெனில் அதன் நிறம் மறைந்து விடும்.

14. மின் சேமக்கலக் கரைசல்கள் :

(அ) காரீய மின் சேமக்கலம்: பாட்டரியின் பல்வேறு நிலைகளிலுள்ள கந்தக அமிலத்தின் அடர்த்தி எண் (Specific gravity) வருமாறு :

முற்றிலும் மின்னூட்டம் பெற்ற நிலையில் 1·28
பாதி மின்னூட்டம் பெற்ற நிலையில் 1·21
மின்னூட்டம் இறங்கிய நிலையில் 1·15

மேற்காட்டிய எண்கள் ஏறக்குறைய உள்ள அளவுகளே. வழக்கமாகப் பாட்டரியின்மீது அச்சிடப்பெற்றுள்ள தயாரிப்பாளர்களின் குறிப்புக்கள் பின்பற்றப்பெறுதல் வேண்டும். 1·28 அடர்த்தி எண்ணைக் கொண்ட கந்தக அமிலக் கரைசலைத் தயாரிக்கும் குறிப்பு வருமாறு:

மூன்றில் இரண்டு பாகம் வாலை வடி நீரைக் கொண்ட மூக்குக் குவளையில் மெதுவாக கந்தக அமிலம் ஊற்றப்பெறுகின்றது; கரைசல் கிட்டத் தட்டக் கொதி நிலையை அடையும் வரை அமிலம் சேர்க்கப்பெறுகின்றது. கரைசல் குளிரவிடப்பெறுகின்றது; இதே எச்சரிக்கையுடன் மீண்டும் கரைசல் கொதி நிலையை அடையும்வரை மேலும் அமிலம் ஊற்றப்பெறுகின்றது. கரைசல் அறையின் வெப்ப நிலைக்குக் குளிர்ந்ததும் திரவமானியின் (Hydrometer) அளவீட்டிற்கேற்ப அதிகமான அமிலத்தையோ அல்லது நீரையோ சேர்த்தலால் அடர்த்தி எண் சரிப்படுத்தப்பெறுகின்றது.

(ஆ) நிக்கல்-இரும்பு (நைஃப்) மின் சேமக் கலம் : எரிசோடாக் கரைசலின் அடர்த்தி எண் பின்வருமாறு :

பாட்டரி அடியிற்கண்ட நிலையிலுள்ளபோது	வெப்பநிலை 60°C	80°C	100°C
முதலில் நிரப்பியதும்	1·190	1·185	1·180
செயற்படும்பொழுதும் முற்றிலும் மின்னூட்டம் பெற்ற நிலையிலும்	1·170	1·165	1·160

ஏறக்குறைய தேவையான தீவிரத்தைக் கொண்ட கரைசலை அடைவதற்கு நான்கு பவுண்டு (2 கிலோ கிராம்) எரிசோடா (Caustic soda) 1 காலன் (5 லிட்டர்) நீரில் கரைக்கப் பெறுகின்றது. அதன் பிறகு தேவைப்படுங் கால் அதில் நீர் சேர்த்துக் கொள்ளப் பெறுதல் கூடும்.

15. துருவத்தைக் காணும் தாள் :

ஒரு சில சொட்டுக்கள் ஃபீனுல்ஃப்த்தேலீன் (Phenolphthalein) சேர்க்கப்பெற்ற சோடியம் சல்ஃபேட்டுக் கரைசலில் மையொற்றுத் தாள் ஊறவைக்கப்பெறுகின்றது. இத்தாளைப் பயன் படுத்துவதற்குமுன்னர் அதை ஈரமாக்குக; சிறிது தூரத்திற்கப்பாலிருந்து கம்பிகளை அதன் மீது வைத்திடுக. எதிர்த் துருவத்தால் தொடப் பெறும் தாள் செந்நிறத்தை அடைகின்றது.

16. மின்முலாம் பூசும் கரைசல்கள் :

(அ) தாமிரம்: கிட்டத்தட்ட 100 கிராம் தாமிர சல்ஃபேட்டுப் படிகங்கள் ஏறக்குறைய 300 மில்லி லிட்டர் நீரில் கரைக்கப்பெறுகின் றன; அதன் பிறகு 6 கிராம் பொட்டாசிய பைசல்ஃபேட்டும், 5 கிராம் பொட்டாசிய சயனைடும் சேர்க்கப்பெறுகின்றன. அந்தக் கரைசல் 450 மில்லி லிட்டராக்கப்பெறுகின் றது. (கரைசல் தயாரிக்கப்பெறுங்கால் அது குளிர்ந்த நிலையில் வைக்கப்பெறுதல் வேண் டும்.)

(ஆ) வெள்ளி: கிட்டத்தட்ட 20 கிராம் சோடியம் சயனைடும் (நஞ்சு), 40 கிராம் படிக நிலையிலுள்ள சோடியம் கார்பனேட்டும் ஏறக் குறைய 500 மில்லி லிட்டர் நீரில் கரைக்கப் பெறுகின்றன. சுமார் 20 கிராம் வெள்ளி நைட்ரேட்டு 250 மில்லி லிட்டர் நீரில் தனி யாகக் கரைக்கப்பெறுகின்றது. இரண்டாவது கரைசல் முதலாவதுடன் மெதுவாகச் சேர்க்கப் பெற்று அக்கலவை 1 லிட்டராக்கப்பெறுகின் றது.

(கரைசல்களின் வழியாகச் செலுத்தப்பெற வேண்டிய மின்னோட்டம் உலோகம் படியப்பெற வேண்டிய மின்-வாயின் பரப்பைப் பொறுத்தது. அது 100 (செ.மீ.)^{2}க்கு 2 ஆம்பியருக்கு மேல் அதிகமாதல் கூடாது. மின்-வாய் சிறிதாக இருப்பின் அதற்கேற்ப மின்னோட்டத்தின் அளவும் விகித முறையில் குறைந்திருக்க வேண்டும். படிந்த உலோகம் மங்கலாகக் காணப்பெறும். அஃது ஓர் எலும்பாலான சிறு துடுப்பு (Spatula) அல்லது வேறு ஏதாவது கெட்டியானதும் மழ மழப்பானதுமான உலோக மல்லாத மேற்பரப்பினால் தேய்த்து மெருகிடப் பெறுதவரை அது பளபளப்பாக ஒளிரும் தோற்றத்தைப் பெறுவதில்லை.)

17. வெள்ளிமுலாம் பூசும் கரைசல் (பிரகாசமாக ஒரு வெள்ளி ஆடியைக் கண்ணாடியின்மீது படியச் செய்வதற்காக):

முதலில் 12·5 கிராம் வெள்ளி நைட்ரேட்டு 100 மில்லி லிட்டர் நீரில் கரைக்கப்பெறுகின் றது; 32·5 கிராம் சோடியம் பொட்டாசியம் டார்ட்டரேட்டு தனியாக 100 மில்லி லிட்டர் நீரில் கரைக்கப்பெறுகின்றது. இரண்டு கரை சல்களும் சேர்க்கப்பெற்று, 55°C வெப்பநிலை வரையில் வெதுவெதுப்பாக்கப்பெற்று அதே வெப்ப நிலையில் 5 நிமிடங்கள் வைக்கப்பெறு கின்றது. அதன்பிறகு அந்தக் கலவை குளிர் விக்கப்பெற்று, திரவம் வீழ்படிவினின்றும் (Precipitate) ஊற்றப்பெற்று 200 மில்லி லிட்டர் கரைசலாக்கப்பெறுகின்றது. இது A கரைசல். இரண்டாவதாக, 1·5 கிராம் வெள்ளி நைட் ரேட்டு 12 மில்லி லிட்டர் நீரில் கரைக்கப் பெறுகின்றது. நீர்த்த அம்மோனியம் ஹைட் ராக்ஸைடு கரைசல் அதனுடன் சேர்க்கப்பெறு கின்றது; முதலில் உண்டாகும் வீழ்படிவு கிட்டத்தட்ட முற்றிலும் திரும்பவும் கரையும் வரையிலும் இக் கரைசல் சேர்க்கப்பெறுகின் றது. இந்தத் திரவம் 200 மில்லி லிட்டராக்கப் பெறுகின்றது. இது B கரைசல். அதன் பிறகு A கரைசலும் B கரைசலும் ஒன்றாகக் கலக்கப் பெறுகின்றன. (வெள்ளிமுலாம் பூசப்பெற வேண்டிய மேற்பரப்பு சிறிதளவேனும் கொழுப் பெண்ணெய் இராதவாறு மிகக் கவனமாகத் தூய்மையாக்கப்பெற்றபிறகு மேற்புறம் கீழிருக் குமாறு கரைசலில் திரவத்தின் மேற்பரப்பிற்குச் சற்றுக் கீழாகத் தொங்கவிடப்பெறுதல் வேண் டும். கரைசல் ஒரு தூய்மையான சோதனைக் குழாயினுள், அல்லது குடுவையினுள் வைக்கப் பெறலாம்; பாத்திரத்தின் உட்புறத்தில் ஓர் ஆடி (Mirror) படியும். வெள்ளிமுலாம் படிவதை விரைவாக்குவதற்காகக் கரைசலை இலேசாக வெதுவெதுப்பாக்குக.

18. வெப்பக் கூருணர்வுடைய தாள் :

நீரில் கரைந்த கோபால்ட்டு குளோரைடு கரைசல் நீரில் கரைந்த அம்மோனிய குளோரைடு கரைசலுடன் சேர்க்கப்பெறுகின்றது. (விகிதங்களைப்பற்றி அக்கறை இல்லை.) கரைசல் இளஞ் சிவப்பாகும்வரையிலும் நீர் சேர்க்கப்பெறுகின்றது. இந்தக் கரைசலில் நனைக்கப்பெற்று உலர வைக்கப்பெற்ற வடிதாள் கிட்டத்தட்ட நிறமற்றதாகக் காணப்பெறுகின்றது; ஆனால் வெப்பமாக்கப்பெறுங்கால் அது தெளிவான பச்சை நிறமாக மாறும்.

19. பொதுத் தேவைகட்குரிய சிமைக் காரைகள்:

இப்பொழுது பல பிரத்தியேகமான சிமைக் காரைகள் (Cements) சந்தையில் கிடைக்கின்றன. அவை கிடைக்காதபொழுது ஆய்வகத்தில் அடியிற்கண்டவைகள் எளிதில் தயாரித்துக் கொள்ளப்பெறுதல் கூடும் :

அமிலம் அரிக்கா சிமைக் காரை

1 பகுதி இரப்பர்க் கரைசல்
2 பகுதிகள் ஆளிவிதை எண்ணெய்
3 பகுதிகள் பொடியாக்கப்பெற்ற களிமண் (Pipeclay).

நீர்ப் பொருட்காட்சிசாலைக்குரிய சிமைக்காரை

(அ) பொடியாக்கப்பெற்ற கந்தகம், அம்மோனியம் குளோரைடு, இரும்புத் தூள் இவை சம அளவு கலக்கப்பெறுகின்றன. அதன்பிறகு கொதித்த ஆளிவிதை எண்ணெயை அவற்றுடன் சேர்த்து அவை யாவும் நன்றாகக் கலக்கப்பெறுகின்றன. அக்கலவையுடன் ஈய வெள்ளையைச் (White lead) சேர்த்து ஒரு தடித்த பசையாக்கப்பெறுகின்றது. இந்தக் காரை பாய்ம நிலையில் (Fluid state) இருக்கும்பொழுது பயன்படுத்தப்பெறுதல்வேண்டும்.

(ஆ) ஈயச் செந்தூரத்தை (Red lead) போதுமான அளவு கஞ்சியுடன் (Gold size) கலந்து ஒரு மென்மையான பசையாகச் செய்து உடனே அதனைப் பயன்படுத்துக. அது நன்கு படியும் பொருட்டு சில நாட்கள் அப்படியே விட்டுவிடுக; இதனைப் பயன்படுத்துவதற்கு முன்னர் நீர்ப் பொருட்காட்சிச் சாலையைக் கழுவுக.

செல்லுலாய்டு சிமைக்காரை

செல்லுலாய்டு துணுக்குகள் அசிட்டோன் (Acetone) அல்லது அமில் அசிட்டேட்டில் கரைக்கப்பெறுதல் கூடும். சிறிய மின் சேமக் கலன்களைச் செய்யும்பொழுது இந்தச் சிமைக் காரை பயன்படுகின்றது.

இரும்புக்கான சிமைக்காரை

90 பகுதிகள் நுண்ணிய இரும்புத் தூள்
1 பகுதி கந்தகத் தூள் (Flowers of sulphur)
1 பகுதி அம்மோனியம் குளோரைடு

பயன்படுத்துவதற்கு முன்பு இவற்றை நீருடன் கலந்து ஒரு பசை போலாக்குக.

மெழுகுகள்

சேட்டர்ட்டன் கூட்டுப்பொருள்கள்

1 பகுதி ஆர்ச்சேஞ்சல் தார்வண்டல் (Pitch)
1 பகுதி பிசின்

இவற்றை ஒன்றுசேர்த்து உருகச் செய்து மூன்று பகுதிகள் சிறு துண்டுகளாகவுள்ள கிரெப் இரப்பரைச் (Crepe rubber) சேர்த்திடுக.

ஃபாரடே சிமைக்காரை

5 பகுதிகள் பிசின்
1 பகுதி தேன் மெழுகு
1 பகுதி மஞ்சள் களிமண் (Ochre)

பிசினையும் மெழுகினையும் ஒரு தகரக் கலத்தில் ஒன்றாகச் சேர்த்து உருகச் செய்து மஞ்சள் களிமண்ணால் நன்றாகக் கிளறிவிடுக.

வுட் உலோகக் கலவை (உருகு நிலை 70°C)

2 பகுதிகள் காரீயம்
4 பகுதிகள் வெள்ளீயம்
8 பகுதிகள் பிஸ்மத்
2 பகுதிகள் காட்மியம்

டார்செட் உலோகக் கலவை (உருகு நிலை 70°C)

5 பகுதிகள் காரீயம்
3 பகுதிகள் வெள்ளீயம்
8 பகுதிகள் பிஸ்மத்

20. வணிக ஒட்டுப்பொருள்கள் :

இன்று பிரத்தியேகமான பயன்களுக்கென்று பல்வேறுவித பசைகள் கிடைக்கின்றன. அவற்றைக் கவனமாகத் தேர்ந்தெடுத்தல் பயனுடையதாகும். பீங்கான், கண்ணாடி, உலோகக் குவளை இவை யாவும் பீங்கான் சிமைக்காரையால் ஒட்டப்பெறுதல் கூடும்.

ஆனால், செப்பனிடப்பெற்ற பொருள்கள் சூடான நீரில் வைக்கப்பெறக் கூடியனவாக இருப்பின் முற்றிலும் திருப்திகரமான விளைவுகள் மட்டிலும் அரால்டைட்டு (Araldite) போன்ற எபாக்ஸி பிசின்களினின்றுமே (Epoxy resins) கிடைக்கின்றன. கிட்டத்தட்ட எந்தப் பொருளாலும் காகிதமும் அட்டையும் ஒட்டப்பெறுதல் கூடும். மிகத் தூய்மையாகவும் மிக எளிதாகவும் பயன்படுத்தக் கூடியவை செடி வகையைச் சார்ந்த பசைகளாகும்; அவற்றுள் க்ராய்ட் எண் 22, க்ரிப்ஃபிக்ஸ், ஸ்டெஃபிக்ஸ், க்ளாய் இவை குறிப்பிடத் தக்கவை. துணிகள் தோல், கம்பளம் இவை இரப்பர்ப் பின்னல் தட்டிப் பசைகளால் (Lattice glues) மிக நன்றாக ஒட்டப்பெறுகின்றன; அவற்றில் காப்பிடெக்ஸ், ஃபேப்ரெக்ஸ், ஜிம்பிடெக்ஸ் ஆகியவையும் அடங்கும்.

பிளாஸ்டிக்கை ஒட்டுவது மிகவும் கடினமானது; அதுவும் பாலித்தீனைப் போன்றதில் இயலவே இயலாது. பிளாஸ்டிக்கைப் போன்ற அடிப்படைப் பொருளாலமைந்த சீமைக் காரையுடன் சாதாரணமாக மிக நல்ல விளைவுகள் கிடைக்கின்றன. எ-டு. பாக் அல்லது பிளாஸ்டிடெக்ஸ் போன்ற PVC தகட்டுடன் ஒரு PVC சீமைக்காரை சேர்ந்தது. தகடுகளாக்கப்பெற்ற பிளாஸ்டிக்குகளை வேறு பொருள்களுடன் ஒட்டுவதற்கு இறுக்கிப் பிணைக்கும் ஒட்டுப்பொருள்கள் மிகவும் பொருத்தமானவை.

ஈவோஸ்டிக், ஃபார்மிகா அட்ஹெசிவ் என்பவை இரப்பர்க் கரைசல்களாகும். கைகளினின்றும் அவை பெட்ரோலைக்கொண்டு அகற்றப் பெறலாம். பெரும்பாலும் வீட்டில் பயன்படும் எல்லா ஒட்டுப்பொருள்களும் சோப்புக்கும் நீருக்கும் நீங்கி விடுகின்றன.

மரத்திற்குப் பொருத்தமான பலவகை ஒட்டுப் பொருள்கள் உள்ளன; அவற்றுள் அடியிற் கண்டவை நல்ல எடுத்துக்காட்டுக்களாகும் :

வெப்பமான பிராணிப் பசைகள் : கேக் பசை, பேர்ள் பசை, க்ராய்டு ஏரோ.

குளிர்ந்த பிராணி மீன் பசைகள் : க்ராய்டு யூனிவர்சல், ட்யூரோ குளு, செக்கோட்டின், லாபேஜின் ஃபிஷ் குளு.

கேஸின் குளிர்ந்த நீர்ப் பசைகள் : கேஸ்க்கோ, க்ராய்டு இன்ஸால், நெவர்பார்ட்டு.

யூரியா பசைகள் : ஏரோலைட்டு, கேஸ்க்காமைட்டு.

PVA குழம்புகள் : கேஸ்கோ PVA, க்ராய்டு, பாலிஸ்டிக், லாபேஜின் ஷுயர் கிரிப், யூனிபாண்டு.

பிராணிப் பசையும் குழம்புகளும் (Emulsions) குளிர்ந்த நீரை எதிர்த்து நில்லா; பிசின் பசைகள் வெந்நீரில் சிறிது காலத்திற்குத்தான் பயனளிக்கும். கேஸின் பசைகள் வன்மை குறைந்தவை; வெப்பத்தையும் ஈரத்தையும் சுமாராக எதிர்த்து நிற்கும்; ஆனால், அவை சில மரங்களைக் கறைப்படுத்தும்.

பொருள்கள் ஒட்டுவதற்குக் காலம் ஆகின்றது. எவ்வளவுக்கெவ்வளவு பசையைத் தயாரிப்பதற்கும் தடவுவதற்கும் அக்கறை எடுத்துக்கொள்ளப்பெறுகின்றதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு பலன் நன்றாக இருக்கும்.

21. நிலைமின்னியல் சோதனைகட்குரிய காப்பிடு பொருள் :

ஒரு நீர்த்த தொட்டியால் சூழப்பெற்றுள்ள ஒரு குவளையில் சிறிதளவு பாரஃபின் மெழுகினை உருகச் செய்திடுக. கந்தகத் தூளை அதில் சேர்த்து ஒரு பசை போன்ற பொருள் உண்டாகும் வரையிலும் கிளறுக. அதன்பிறகு இப்பொருள் ஒரு குடுவையின் கழுத்திற்குப் பொருந்துமாறு உருவாக்கப்பெறலாம்; தேவைக் கேற்றவாறு தகடுகளாக வார்ப்பு உருவமாக்கப்பெறலாம்.

22. கண்ணருகு வில்லையின் குறுக்குக் கம்பிகளை ஈடு செய்தல் :

இழுக்கப்பெற்ற கண்ணாடிக் குழல், ஒரே இழையுள்ள நைலான் (ஒரு நைலான் பொருளைச் சிக்கறுத்ததால் பெற்றது), அல்லது சிலந்தி வலை இவை யாவும் இச் செயலுக்குப் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும். கருவியினின்றும் தாங்கும் வளையத்தை அகற்றுக. நூல் இழையைப் பிடித்துக் கொள்ள ஒரு சட்டம் இயற்றுவதற்கு ஒரு U-வடிவத்தில் தாமிரக் கம்பியை வளைத்திடுக; இங்ஙனம் வளைத்திடுங்கால் அதன் புயங்கள் வளையத்தின் குறுக்கு

விட்டத்தைவிட கிட்டத்தட்ட 1 செ.மீ.க்கு அப்பால் அமைந்துள்ளன. புயங்களை நூல் இழைக்குக் கீழே வைத்து, முனைகளை முறிப்பதற்கு முன்னதாக நூல் இழையைப் புயங்களுடன் ஒரு தீவிரமான ஒட்டுப் பொருளைக்கொண்டு ஒட்டிவிடுக. இப்பொழுது சட்டத்தை உயர்த்தித் தாங்கும் வளையத்திற்கு மேல் நூல் இழையைச் சரியான இடத்தில் வைத்திடுக. அதனை ஒட்டுப் பொருளால் பொருத்தி முனைகளை ஒழுங்காகக் கத்தரிப்பதற்கு முன்னதாக அதனை உலரவிடுக.

சிலந்தி வலை பயன்படுத்தப்பெற்றால், இழையை வலையினின்றும் எடுப்பதற்கு முன் சட்டத்திலும், அதனைச் சரியான இடத்தில் வைப்பதற்கு முன் தாங்கும் வளையத்திலும் ஒட்டுப்பொருளை வைத்தல் மிகவும் மேலானது.

ட்யூரோஃபிக்ஸ், சென்டோஃபிக்ஸ், செக்கோட்டின் இவற்றினின்றும் திருப்திகரமான நூல் போன்ற இழை செய்யப்பெறுதல் கூடும்; இவற்றுள் ஒன்றன் ஒரு சிறிய உருண்டையான பொருள் ஒரு தாளின்மீது வைக்கப்பெற்று, அறைகுறையாக உலரவிடப்பெற்று இஃது இயற்றப்பெறுகின்றது. இந்தச் சிறிய உருண்டைப் பொருளை ஒரு குண்டூசியால் அல்லது குழலின் கூர்நுனியால் தொட்டு அதனின்று மிக மெல்லிய பசையிழைகள் இழுக்கப்பெறுதல் கூடும். பொருத்தப்பெறும் செயல் தாங்கும் வளையத்தில் மேற்கொள்ளுவதற்கும், குறுக்குக் கம்பிகள் நேராக இணைக்கப்பெறுவதற்கும் சிறிதளவு பயிற்சி தேவைப்படினும் இக் கம்பிகள் அதன் பிறகு முன்போலவே பொருத்தப்பெறுதல் கூடும்.

23. பற்றுசு வைத்து இணைத்தல்:

பற்றுசு (Solder) என்பது 66 சதவிகிதம் வெள்ளீயமும் 34 சதவிகிதம் காரீயமும் சேர்ந்த ஓர் உலோகக் கலவை (Alloy) ஆகும்; அஃது இரண்டு உலோகங்களுக்கிடையே பொறி நுட்ப இணைப்புக்களையும் மின்சார இணைப்புக்களையும் செய்வதற்குப்பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. அது பொதுவாக கோல்கள் அல்லது குச்சிகள் வடிவில் பெறப்படுகின்றது. அது 'பிட்' (Bit) என வழங்கப்பெறும் ஒரு கூரான தாமிரக் கட்டையின் நுனியினின்றும் உருகிய நிலையில் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது. அது மின்சார முறையில் சூடாக்கப்பெறுகின்றது. இதற்குப் பொதுவாக 75 வாட் அடுப்பு போதுமானது; அல்லது அது ஒரு புன்சென் சுவாலையில் சூடாக்கப்பெறலாம்.

சூடாக்கப்பெறுவதற்கு எந்த முறை மேற்கொள்ளப்பெறினும், சுரண்டியோ அல்லது ஒரு திரவ இளக்கியில் (Flux)தோய்த்தோ 'பிட்'டின் மேற்பரப்பு தூய்மையாக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; இல்லாவிடில் பற்றுசு அதில் ஒட்டாது. சரியான வெப்பநிலை எய்தப்பெற்றதும், குச்சியினின்றும் வைக்கப்பெறும் ஒரு சிறிது அளவு பற்றுசு 'பிட்' முழுவதும் பாய்ந்து செல்லுகின்றது. உண்மையான இணைப்பிணை ஏற்படுத்துவதற்கு முதல் நிலையாகவுள்ள இச் செய்முறை (Process) 'ஈயம் பூசுதல்' (Tinning) என்று வழங்கப்பெறுகின்றது.

இணைக்கப்பெறவேண்டிய மேற்பரப்புக்களும் தூய்மையாக்கப்பெற்று ஈயம் பூசப்பெறுதல் வேண்டும். இதில் பொருளின்மீது சூடான தாமிர, 'பிட்'டைப் பிடித்துக்கொள்வதால் வெப்பம் தரப்பெறுகின்றது. பற்றுசு பாயத் தொடங்கியதும் 'பிட்'டின் நுனியால் இலேசாகத் தேய்த்து அதனைத் தேவையான பரப்பு முழுவதிலும் பரவச்செய்யலாம்.

இரண்டு மேற்பரப்புக்களும் ஈயம் பூசப்பெற்றதும் அவை இரண்டும் அருகில் கொண்டு வரப்பெறுதல் வேண்டும்; அவை தேவையான நிலையில் பிடித்துக் கொண்டிருக்கப்பெறுங்கால் 'பிட்'டினால் மீண்டும் வெப்பம் தரப்பெறுகின்றது. இரண்டு மேற்பரப்புக்களினின்றும் பற்றுசு சேர்ந்தாற்போல் ஓடுகின்றது; அது குளிர்வடைந்து உறுதியான இணைப்பாகின்றது. இயல்பாக பெரிய பரப்புக்களுக்கு அதிக வெப்பம் தேவைப்படுகின்றது; பொருளைத் தேவையான வெப்பநிலைக்குக் கொணர்வதற்கு ஒரு சுவாலையைப் பயன்படுத்தவேண்டிய இன்றியமையாமையும் ஏற்படலாம்.

வெற்றிகரமான பற்றுசு இணைப்பிற்கு தூய்மை, இளக்கி, வெப்பம் ஆகிய மூன்றும் மிகவும் முக்கியமானவைகளாகும்.

இளக்கிகள் (Fluxes):

குங்குலியம் (Rosin) சிறப்பாகத் தாமிரம், பித்தளை, தகரத் தகடு ஆகியவற்றிற்கு மிக

அதிகமாகப் பயன்படும் இளக்கி (Flux) ஆகும். ஆனால் அஃது இரும்பு, எஃகு இவற்றிற்குத் திருப்தியளிக்கக் கூடியதன்று.

'வீரியமற்ற' துத்தநாகக் குளோரைடு (Dead Zinc Chloride) அல்லது 'கொல்லப் பெற்ற சாராய வகைகள்' ('Killed spirits') மிக எளிதாகப் பயன்படும் இளக்கியாகும்; ஆனால் அஃது அரிக்குந் தன்மை வாய்ந்தது; ஆகவே அதனை மின்சார வேலையில் தவிர்த்தல் மிக நன்று. ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலத்தை துத்தநாகத் துண்டுகளின்மீது ஊற்றி எல்லாச் செயலும் அடங்கும்வரையிலும் காத்திருந்து அஃது எளிதாகத் தயாரிக்கப்பெறுகின்றது. அதன் பிறகு அத்திரவம் ஒரு கழுத்தகன்ற கொள்கலத்தினுள் வடிகட்டப்பெறுதல் கூடும்.

பிரத்தியேகமான செயல்களுக்கென்று பல வணிக இளக்கிகள் உள்ளன. ஃபிளக்சைட் என்பது எல்லாப் பொதுச் செயல்கட்கும் பயன்படக்கூடிய மிகச்சிறந்த இளக்கியாகும்.

இன்று, பற்றுசுப் பசை என்ற ஒருவித இளக்கி எங்கும் கிடைக்கின்றது. பற்றுசும் இளக்கியும் கலந்த சேர்க்கைப் பொருள் ஒரு தூரிகையைக் கொண்டு தடவப்பெறுகின்றது; ஒரு திருப்திகரமான இணைப்பினை உண்டாக்குவதற்குப் பற்றுசுக் கோலின் (Soldering iron) வெப்பம் மட்டிலுந்தான் தேவை.

காரீயத்தைக் காரீயத்துடன் இணைப்பதற்கும் அல்லது பித்தளையைக் காரீயத்துடன் இணைப்பதற்கும் விலங்கின் கொழுப்பு (Tallow) பயன்படுத்தப்பெறுகின்றது; பித்தளை, தாமிரம் தகரத் தகடு, துத்தநாகம் இவற்றின் இணைப்புகட்கு குங்குலியம் அல்லது 'கொல்லப்பெற்ற சாராய வகைகள்' பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன; 'கொல்லப்பெற்ற சாராய வகைகள்' இரும்பு, வெள்ளி இணைப்புகட்குப் பொருத்தமானவை. பற்றுசினால் இணைத்த பிறகு இந்தக் 'கொல்லப் பெற்ற சாராய வகைகள்' நீரினாலும் குங்குலியம் அல்லது ஃபிளக்சைட் மெத்திலேடட் ஸ்பிரிட்டாலும் கழுவப்பெறுதல் வேண்டும்.

24. கரும்பலகைக்குக் கறுப்புப் பூசுதல் :

கீழ்க்கண்ட பொருள்களைப் பயன்படுத்தி கரும்பலகை திருப்தியான முறையில் ஒழுங்கு செய்யப்பெறுகின்றது :

100 கிராம் அவல் அரக்கு
1000 மில்லிலிட்டர் சாராயம்
100 கிராம் பொடியாக்கப்பெற்ற நுரைக்கல்
100 கிராம் நசுக்கப்பெற்ற புகைக் கரி

அவல் அரக்கு கரைவதற்குச் சிறிது நேரம் ஆவதால் சாராயமும் அவல் அரக்கும் முதலில் கலக்கப்பெறுதல் வேண்டும். புகைக் கரியுடன் கலப்பதற்கென சாராயத்தின் ஒரு பகுதி தனியாக எடுத்து வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். இந்தக் கலவை பின்னர் மென்துகில் சல்லடையின் வழியாக வடிகட்டப்பெற்று அவை யாவும் பயன்படுத்தப்பெறுவதற்கு முன்னர் மிக நன்றாகக் குலுக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

25. 'இருண்ட கறுப்பு':

இஃது 'ஒளி' ஆய்கருவியின் உட்புறம் வண்ணப் பூச்சு செய்யப் பயன்படுகின்றது; இதனால் தேவையில்லாத ஒளித் திருப்பம் அடையும் ஒளி நீங்கப்பெறுகின்றது; கதிர்கள் குறைவாகப் பரவி விரவுமாறு செய்யப்பெறுகின்றன; பிம்பங்கள் தெளிவாகச் செய்யப்பெறுகின்றன. புகைக் கரி கஞ்சியுடன் (Gold size) கலக்கப் பெற்று விடாமல் கிளறிக்கொண்டே கற்பூரத் தைலம் சேர்க்கப்பெறுகின்றது, இந்தக் கலவை ஒரு பூச்சாகப் பயன்படுத்தப்பெறுவதற்கேற்பப் போதுமான அளவு மெல்லியதாகும் வரையில் கற்பூரத் தைலம் சேர்க்கப் பெறுகின்றது.

26. ஃபுளோரரோசின் கரைசல் :

(ஒரு நீர்த்த ஃபுளோரரோசின் கரைசலின்வழியாகச் செல்லும் ஒரு கதிரின் சுவடு மிகத் தெளிவாகக் காணப்பெறுவதற்கு இது மிகவும் பயன்படத்தக்கது.) ஒரு கிராம் ஃபுளோரரோசினை 100 மில்லிலிட்டர் தொழிற்சாலை ஸ்பிரிட்டில் அல்லது மெத்திலேடட் ஸ்பிரிட்டில் கரைக்கப் பெறுகின்றது.

27. கண்ணாடியை வெட்டுதல்:

(அ) கண்ணாடித் தகடு: முதலில் கண்ணாடியைக் கிடத்துவதற்குரிய ஓர் உறுதியான, தட்டையான மேற்பரப்பினை ஆயத்தப்படுத்துக; கம்பளம் அல்லது கம்பளமெத்தை (Felt) பரப்பப்பெற்ற ஒரு மேசை இதற்குத் திருப்திகரமானது.

ஒரு வரைகோலைப் பயன்படுத்தி வைரம் அல்லது கண்ணுடி வெட்டும் கருவியை உறுதியாகப் பிடித்துக்கொண்டு தேவையான கோட்டின்மீது ஒரு கீறலை இடுக. கண்ணுடித் தகட்டினைத் தலைகீழாகத் திருப்பி வைத்துக்கொண்டு வெட்டும் கருவியின் மரப் பிடியால் கீறல் கோட்டின் நெடுக இலேசாகத் தட்டுக. இது கோட்டின் நெடுகப் பிளவினை விளைவிக்காவிடில், மீண்டும் தகட்டினைத் திருப்பிக்கொண்டு கீறலின் ஒவ்வொரு பக்கத்திலும் ஒரு கையினுல் இறுகப் பற்றிக்கொண்டு இக் கோட்டினைக் கீலாக (Hinge) வைத்துத் துணிவாக அதனை வளைத்திடுக.

(ஆ) கண்ணுடிக் குழல்: ஒரு கண்ணுடிக் கத்தியால் குழல் மிக நன்ருக வெட்டப்பெறுகின்றது; இப்பொழுது நிரந்தரமாக நீடித்து நிற்கக்கூடிய கத்திகள் கிடைக்கின்றன. ஓர் அரம் அடிக்கடி பயன்படுத்தப்பெற்றபோதிலும் அது கண்ணுடியில் ஒரு பிளவிற்குப் பதிலாக ஒரு வளைவான பள்ளத்தினைச் செய்கின்றது.

தேவையான இடத்தில் ஒரு கீறலைச் செய்திடுக; பெருவிரலுக்கும் சுட்டு விரலுக்கும் இடையில் வெட்டுவாயின் ஒவ்வொரு புறத்தையும் பிடித்துக்கொண்டு சிறிதளவு குழல் மேல் நோக்கியிருக்குமாறு வளைத்துக்கொண்டு குழலைத் தனியாக இழுத்திடுக. ஒரு மிகச் சிறிய துண்டினை வெட்டுவதற்கு, அதனை ஒரு கையில் பிடித்துக்கொண்டு ஒரு வாயுக் குழலின் திருகு பிடிபோன்ற ஓர் உறுதியான சுழலச்சின்மீது அக்கீறல் இருக்குமாறு வைத்திடுக. ஏதாவது ஒரு கெட்டியான பொருளைக்கொண்டு சிறிய முனையை வேகமாகத் தட்டுக.

அகலமான குழல் ஒழுங்காக வெட்டப்பெறுவதற்கு அதனைச் சுற்றிலும் முற்றிலும் கீறலிடப்பெறுதல் வேண்டும். உருகிய நிலையிலுள்ள ஒரு கண்ணுடிக் கோல் கீறலின் ஒரு பகுதியின்மீது கவனமாக வைக்கப்பெற்ருல் பரிதியைச் சுற்றி ஒவ்வொரு திசையிலும் ஒரு வெடிப்பினை விளைவிக்கும். இரண்டு வெடிப்புக்களும் சரியாக இணையாவிடில், இரண்டு பகுதிகளையும் தனியாகப் பிரிப்பதற்கு வெடிப்பு ஏற்படாத பகுதியைக் கீலாக வைத்துக்கொண்டு அக்குழல் வளைக்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

(இ) ஒரு புட்டியின் அடிப்பகுதியை வெட்டுதல்: தேவையான மட்டத்தில் புட்டியைச் சுற்றிலும் ஒரு கீறலைச் செய்திடுக. இந்தக் கீறலின் இரு புறத்திலும் நனைந்த மையொற்றுத் தாள் துண்டுகளைப் மடித்துப் போர்த்துக. ஒரு நேர்த்தியான வாயுச் சுவாலையை கீறலின்மீது படுமாறு புட்டியைச் சுழற்றுக; இந்த இடத்தில் கண்ணுடி வெடிக்கத் தொடங்குகின்றது.

வாயுச் சுவாலை கிடைக்காவிடில் வேருெரு வழியில் இந்த வெடிப்பினை இயற்றுதல் கூடும். புட்டி உலர்ந்த நிலையிலுள்ளதா, அது நன்ருக மூடப்பெற்றுள்ளதா என்று கவனித்திடுக. அதன் பிறகு அதனைச் சுற்றிலும் கிடைமட்டமாக மிக நன்கு உறிஞ்சக் கூடிய நூலினைக் கட்டுக; இயன்றவரை முடிச்சினை தட்டையாக வைத்துக் கொள்க; நீட்டிக் கொண்டுள்ள முனைகளைக் கத்தரித்துவிடுக. புட்டியைச் சுற்றிலும் நூல் ஒரே உயரத்தில் இருக்குமாறு அதனை மட்டப்படுத்துக. புட்டியை பக்கவாட்டாகப் பிடித்துக்கொண்டு, கண்ணிற்கு மருந்திடும் குழலினுல் நூல் முழுவதும் மண்ணெண்ணெயினுல் நனையும்படி செய்திடுக. கண்ணுடியின்மீது எண்ணெய் பரவாதவாறு கவனித்திடுக; அப்படி ஏதாயினும் பரவினுல் அதனை வடித்தாள் அல்லது துணியைக்கொண்டு துடைத்துவிடுக. புட்டியைப் பக்கவாட்டிலிருக்குமாறும் அஃது இடைவெளியிட்ட இரண்டு மரக்கட்டைகளின்மீது தாங்கப்பெற்றிருக்குமாறும் பிடித்துக்கொண்டு நூலில் தீ வைத்திடுக; எல்லா நூலும் ஒரே மாதிரியாக எரியும்படி புட்டியை இரண்டு கைகளாலும் அதன் அச்சில் சுழற்றுக. நூல் நன்கு எரிந்து போகும்வரையிலும் புட்டியை மேசையின்மீது நிறுத்துக; அந்த நிலையில் புட்டி தாளுகவே எரிந்த கோட்டில் இரண்டாகப் பிளந்து கொள்ளலாம். தீச் சுவாலை அணைந்ததும் இது நிகழாவிடில், புட்டியை அதன் மேற்புறம் தலை கீழாக இருக்குமாறு செங்குத்தான நிலையில் மெதுவாகக் குளிர்ந்த நீரில் கீழிறக்குக. அது மிகச் சரியாகச் செங்குந்தான நிலையில்தான் வைத்துக்கொள்ளப்பெறுதல் வேண்டும்; அது நூலின் கோட்டிற்கு அப்பால் அமிழ்த்தப்பெறுதல் கூடாது.

ஓர் அரத்தினைக் கொண்டோ, அல்லது கார் போரண்டம் தூளின் பசை தடவப்பெற்றுள்ள

ஒரு தட்டையான கண்ணுடி தேய்க்கும் தட்டில் தேய்த்தோ உடைபட்ட புதிய ஓரத்தை மழமழப் பாக்குக.

(இந்தப் புட்டிகள் மின் பகுப்புச் சோதனை களிலும், மணி சாடிகளாகவும் பயன்படுகின்றன. மணி சாடியாகப் பயன்படும்பொழுது ஒரு மெது வான இரப்பராலான வளையத்தைப் பயன் படுத்திக் காற்றுப் புகாதவாறு இறுக்கமாக அமைத்துக் கொள்ளலாம்.)

(ஈ) இரு திசை மின்னேட்டமோ (AC) அல் லது ஒரு திசை மின்னேட்டமோ(DC)கிடைக்கக் கூடுமானுல் மேற்குறிப்பிட்ட (அ) விலும் (இ) யிலும் கீற்றின்மீது ஓர் உருண்டையான ஜெர் மென் வெள்ளிக் கம்பி அல்லது நைக்ரோம் கம்பியை வைப்பதும் இயலுகின்றது. மின்னேட்டம் பாய்வதற்குப் பொத்தானைப் போடுக; பழுக்கக் காய்ந்த கம்பி கீற்றின் நெடுகக் கண்ணுடியைப் பிளக்கச் செய்துவிடும். தீய்ந்துபோன மின் குமிழ்களை வெட்டுவதற் கும் இம்முறை பயனுள்ளதாக அமைகின்றது.

28. தீ அணைக்கும் கருவி:

நீயை அணைப்பதற்குரிய பொருள்கள் குறிப் பிட்ட இடங்களில் கைப்பழக்கமுள்ளவாறு வைக்கப்பெறுதல் வேண்டும். ஆசிரியரும் மாணுக்கர்களும் அவற்றை எங்ஙனம் விரைவாக வும் சரியாகவும் பயன்படுத்துவது என்பதை அறியவேண்டும்.

முதலுதவிப் பெட்டி (First-aid kit):

ஒவ்வொரு ஆய்வகத்திலும் அல்லது அடுத் துள்ள தயாரிப்பு அறையிலும் ஒரு முதலுதவிப் பெட்டி வைக்கப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும்; அது தனியாக வைக்கப்பெற்றிருத்தல் நன்று; அது நல்ல நிலையில் வைக்கப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும்; அதிலுள்ள பொருள்களை எங்ஙனம் பயன்படுத்துவது என்பதை ஆசிரியர் நன்கு அறிதல் வேண்டும்.

29. நீல அச்சு (Blue printing):

கரைசல் 1 : பொட்டாசியம் ஃபெர்ரி சயனேடு 10 கிராம்; நீர் 50 மில்லிலிட்டர்.

கரைசல் 2 : ஃபெர்ரிக் அம்மோனியம் சிட் ரேட்டு 10 கிராம்; நீர் 50 மில்லி லிட்டர்.

இந்தக் கரைசல்கள் தனித்தனியாகத் தயாரிக் கப்பெற்று ஓர் இருட்டான அறையில் அல்லது தணிந்த ஒளியில் வைக்கப்பெறுதல்வேண்டும். பயன்படுத்துங்கால் சம அளவு கரைசல்களைத் தணிந்த ஒளியில் ஒன்று சேர்த்து அக் கலவையை ஆழம் குறைந்த கண்ணுடி அல்லது பீங்கான் தட்டில் வைத்திடுக. இவ்வாறு கலந்த கரைசலை ஒரு மென்மையான அகன்ற தூரிகை யைக்கொண்டு தாளின்மீது பூசி அத் தாள் கூருணர்வுடையதாக்கப்பெறுகின்றது; அல் லது அத் தாள் கரைசலின் மேற்பரப்பின்மீது வைக்கப்பெற்று ஒரு சில விநாடிகள் மிதக்கு மாறு செய்யப்பெறலாம். கூருணர்வாகச் செய்த பிறகு அத்தாள் அந்த ஓர் இருட்டான அறை யில் தொங்கவிடப்பெற்று உலர்த்தப்பெறுதல் வேண்டும்.

ஒளி புகாப் பொருள், படிவரைத் தாளின்மீது (Tracing paper) கறுப்பு மையினுல் வரையப் பெற்ற ஓர் ஓவியம், அல்லது அச்சிடப்பெற வேண்டிய ஏதாவது பொருள் தாளின்மீது வைக்கப்பெற்று சட்டத்தில் பொருத்தப்பெறு கின்றது. அது கதிரவன் ஒளி (அல்லது செயற்கை ஒளியில்) பல நிமிடங்கள் திறந்து காட்டப்பெற்று அதன் பிறகு ஓடும் நீரில் நன்ருகக் கழுவப்பெறுதல் வேண்டும்.

30. அவல் அரக்குப் பூச்சு:

ஒரு பகுதி அவல் அரக்கினை 5 பகுதி சாராயத் தில் கரைத்து ஒரு மெல்லிய தூரிகையினுல் தடவுக.

31. பொது உலோகக் கலவைகள் தயாரிப்பு:

தாழ்ந்த உருகுநிலை உலோகக் கலவைகள்: பொதுவாக இவை ஒரு புன்சென் அடுப்பை வெப்பமூலமாகப் பயன்படுத்தி உண்டாக்கப் பெறலாம். பிஸ்மத்தும் காரீயமும் சேர்த்து உருக்கப்பெற்று அதன் பிறகு வேறு கலவை யிற் சேர்ந்துள்ள பொருள்கள் சேர்க்கப்பெறு கின்றன. அதிகமான ஆக்ஸிகரணத்தைத் தடுப்பதற்கு வெப்பநிலை தேவைக்குமேல் அதிகம் இருத்தல் கூடாது. இங்குக் காட்டப் பெற்றுள்ள பகுதிகள் எடைக் கணக்கில் என் பதை அறிதல் வேண்டும்.

உலோகக் கலவை	காரீயம்	வெள்ளீயம்	பிஸ்மித்	காட்மியம்
உட் உலோகம்	4	2	7	1
பற்ருசு	1	1	0	0
மின்சார உருகு உலோகக் கலவை	8·5	2·5	1·3	0

உயர்ந்த உருகுநிலே உலோகக் கலவைகள் :

ஓர் உலையைப் பயன்படுத்தி இவை உண்டாக்கப்பெறலாம். தாமிரம் முதலில் உருகச் செய்யப்பெற்று, வேறு உலோகங்கள் அதனுடன் சேர்க்கப்பெறுதல் வேண்டும்.

உலோகக்கலவை	தாமிரம்	வெள்ளீயம்	துத்தநாகம்
வெண்கலம்	80	5	15
பித்தளே (தகடாகும் தன்மையது)	58	0	42
பித்தளே (வார்ப் படத்திற்குரியது)	72	4	24

32. சாயந் தோய்த்தல்:

(அ) நேர்முறை: பருத்தி ஆடையில் சாயந் தோய்ப்பதற்கு முன்னர் நெசவுமானப் பொருளினின்றும் கஞ்சி அகற்றப்பெறுதல் வேண்டும். நீர்த்த ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலக் (ஹைட்ரஜன் குளோரைடு) கரைசலில் இப்பொருளே 5 நிமிட நேரம் கொதிக்க வைத்து இச் செயல் முற்றுவிக்கப்பெறுகின்றது. 1 பகுதி அடர் அமிலம் 10 பகுதி நீருடன் சேர்க்கப்பெற்று இக் கரைசல் இயற்றப்பெறுகின்றது. அடியிற் கண்டவாறு கலத்தலால் ஒரு திருப்திகரமான சாயம் உண்டாகின்றது.

காங்கோ சிவப்பு 0·5 கிராம்

$NaHCO_3$ (சோடியம் பை கார்பனேட்டு) 2·0 கிராம்

Na_2SO_4 (சோடியம் சல் ஃபேட்டு) 10 கிராம்

H_2O (வாலே வடிநீர்) 200.0 மில்லிலிட்டர்

நெசவுமானப் பொருள் 4லிலிருந்து 5 நிமிடங்கள்வரை கொதிக்க வைக்கப்பெற்று அதன் பிறகு குளிர்ந்த நீரில் கழுவி உலர வைக்கப் பெறுதல் வேண்டும்.

காங்கோ சிவப்பிற்குப் பதிலாக மெத்திலீன் நீலம் அல்லது பிரைமுலின் தவிட்டுநிறம் பயன்படுத்தப்பெறலாம். சாயமும் உப்புக்களும் முதலில் கலக்கப்பெற்று அதன் பிறகு அக் கலவையை நீருடன் மெதுவாகச் சேர்க்கவேண்டும்; சேர்க்கும்பொழுது கிளறிக்கொண்டே இருத்தல் வேண்டும். வெண்பட்டு, ரேயான் அல்லது கம்பளம் இதே முறையில் சாயந் தோய்க்கப்பெறலாம்.

(ஆ) ஒரு நிறம்பற்றியைப் (Mordant) பயன் படுத்துதல் :

நீர்த்த அம்மோனியம் சல்ஃபேட்டு $[(NH_4)_2SO_4]$ கரைசலில் 10நிமிட காலம் ஒரு வெள்ளேத் துணியைக் கொதிக்க வைத்து ஒரு நிறம்பற்றியின் பயனேக்காட்டுக. அது நீர்த்த அம்மோனியம் ஹைட்ராக்ஸைடு (NH_4OH) கரைசலில் ஒரு சில நிமிடங்கள் இருந்து, அதன் பிறகு கழுவப்பெறுதல் வேண்டும். டேனீக் அமிலக் கரைசலில் 5 நிமிடங்கள் வெண் பட்டினேக் கொதிக்க வைத்து அதனுடன் நிறம்பற்றி சேர்க்கப்பெறலாம். அதன் பிறகு அது ஒரு சில நிமிடங்கள் டார்ட்டார் எமெடிக் கரைசலில் இருக்கவேண்டும். நிறம்பற்றி சேர்க்கப்பெற்ற பருத்தித் துணி, பட்டுத் துணிகளேயும் நிறம் பற்றி சேர்க்கப்பெருத பருத்தித் துணி பட்டுத் துணிகளேயும் ஒரு சில நிமிடங்கள் அலிஸாரின் (Alisarin) கரைசலில் கொதிக்கவைத்து அதன் பிறகு அவற்றைக் கழுவி உலர வைத்து நிறம் பற்றியின் விளேவு ஆராயப்பெறலாம்.

(இ) அடிப்படைச் சாயங்கள்: மாலசைட் பச்சையைப் பயன்படுத்தி அடிப்படைச் சாயங்களின் பயனேக் காட்டுக. நிறம் பற்றி சேர்க்கப் பெற்றதும் அது சேர்க்கப்பெருததுமான பருத்தித் துணிகளேயும், அங்ஙனமே நிறம் பற்றி சேர்க்கப்பெற்றதும் சேர்க்கப்பெருதது மான பட்டுத் துணிகளேயும் 5 நிமிடங்கள் மாலசைட் பச்சை அல்லது மெத்திலீன் நீலம் கரைசலில் கொதிக்க வைத்திடுக. அதன்பிறகு அவை நீரில் கழுவப்பெற்று உலர்த்தப்பெறுகின்றன. 1 கிராம் சாயம் 200 கிராம் நீரில் கரைக்கப்பெற்று மாலசைட் கரைசல் தயாரிக்க பெறுகின்றது; 200 கிராம் நீர் அசிட்டிக் அமிலத்தைச் சேர்த்து அமில நிலேயாக்கப்பெறுகின்றது. நாற்பது கிராம் சாயக் கரைசல் அமிலநிலே யிலுள்ள நீருடன் சேர்க்கப்பெறுகின்றது.

(ஈ) இன்கிரெயின் அல்லது வளர்ச்சியுற்ற சாயங்கள் : இன்கிரெயின் (Ingrain) அல்லது

வளர்ச்சியுற்ற சாயங்கள் என வழங்கப்பெறும் நூலிழையிலுள்ள வண்ண வளர்ச்சிக்கு மூன்று கரைசல்கள் தேவைப்படுகின்றன. முதல் கரைசலில் 0·1 கிராம் பிரைமுலீனும் 0·1 கிராம் சோடியம் பைகார்பனேட்டும் ($NaHCO_3$) 100 கிராம் நீரில் கரைக்கப்பெற்றுள்ளன. கஞ்சி நீக்கப்பெற்ற ஒரு துணியை இந்தக் கரைசலில் 1 நிமிடம் கொதிக்கவைத்து இரண்டாவது கரைசலுக்கு மாற்றுக. 0·5 கிராம் சோடியம் நைட்ரைட்டும் ($NaNO_2$) 3 மில்லி லிட்டர் ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் (HCl) 109 மில்லி லிட்டர் நீருடன் சேர்க்கப்பெறுகின்றது. இத் துண்டுத் துணி இந்தக் கரைசலில் 15 நிமிடங்கள் இருக்க அனுமதிக்கப்பெற்று அதன் பிறகு வளர்ச்சிபெறச் செய்யும் தொட்டிக்கு மாற்றப் பெறுகின்றது. 0·05 கிராம் சோடியம் ஹைட்ராக்ஸைடும் (NaOH) 0·05 கிராம் ஃபீனுலும் (Phenol) 100 மில்லிலிட்டர் நீரில் கரையச் செய்து இத்தொட்டி தயாரிக்கப்பெறுகின்றது. (ஃபீனுலுக்குப் பதிலாக ஆல்ஃபா நேஃப்தால் அல்லது ரிஸார்ஸினுல் பயன்படுத்தப்பெறலாம்.) இந்தக் கரைசல் வெதுவெதுப்பாக வைக்கப்பெற்றிருத்தல் வேண்டும்; இதில்துணி 20 நிமிடங்கள் இருக்கச்செய்து, அதன்பிறகு கழுவப்பெற்று உலர்த்தப்பெறுகின்றன. பல்வேறு வகைகளில் சாயந்தோய்த்தலின் விளைவுகள் பண்பினையொட்டி ஆராயப்பெறலாம்.

33. தீக்குச்சிகளைத் தயாரித்தல்:

சிறிய மரச் சிம்புகளைத் தயாரித்திடுக; அல்லது பயன்படுத்தப்பெறுவதற்கு முன்னர் தலைப் பகுதி நீக்கப்பெற்ற தீக்குச்சிகளைப் பயன்படுத்துக. இக் குச்சிகளின் முனைகள் உருகிய பாரஃபின் மெழுகில் தோய்க்கப்பெறுகின்றன. 2 கிராம் பொடியாக்கப்பெற்ற பொட்டாசியம் குளோரேட்டும் ($KClO_3$) 1 கிராம் சிவப்பு ஆண்டிமொனீ ட்ரைசல்ஃபைடும் (Sb_2S_3) சேர்ந்த கலவை தயாரிக்கப்பெறுகின்றது. இதனை அறைத்துப் பொடியாக்குதல் கூடாது. இந்த இரண்டு திடப்பொருள்களும் விரல்களால் கலக்கப்பெறுதல் வேண்டும். மெல்லிய கோந்து (Mucilage) சேர்த்து அது பசையாகச் செய்யப்பெறுகின்றது. பாரஃபின் மெழுகில் தோய்க்கப்பெற்ற தீக்குச்சியின் முனை இக்கலவையில் தோய்க்கப்பெற்று நன்ருக உலர்ந்து கெட்டியாவதற்கு ஒரு நாள் முழுவதும் தலைகீழாகத் தொங்கவிடப்பெறுகின்றது. சமபரிமாணங்கள் சிவப்பு ஃபாஸ்ஃபரஸும் நுண்ணிய வெண்மணலும் கலந்த கலவையுடன் கோந்து சேர்த்து தீக்குச்சிகளைத் தீப்பற்றவைக்கும் ஒரு மேற்பரப்பு தயாரிக்கப்பெறுகின்றது. அக்கலவை ஓர் அட்டையின்மீது அல்லது மரத்தாலான ஒரு மேற்பரப்பின்மீது பரப்பப்பெற்று உலரவைக்கப்பெறுகின்றது. இந்த மேற்பரப்பின்மீது தேய்க்கப்பெறுங்கால் தீக்குச்சிகள் தீப்பற்றுகின்றன.

இங்ஙனம் தயாரிக்கப்பெறும் தீக்குச்சிகள் கடையில் விற்பனையாகும் காப்புத் தீக்குச்சி வகைகளுடனும் காப்பில்லாத தீக்குச்சி வகைகளுடனும் ஒப்பிடப்பெறுதல் வேண்டும்.

34. வேதியியல் 'பூந்தோட்டங்கள்':

வேதியியல் 'பூந்தோட்டங்கள்' சவ்வூடுபரவும் செயலின் விளைவால் ஏற்படுபவை. 1.1 அடர்வு எண்ணுள்ள சோடிய சிலிக்கேட்டுக் (நீர்க் கண்ணுடி) கரைசல் விரும்பத்தக்கது. 400 மில்லி லிட்டர் இக் கரைசலைக்கொண்ட ஒரு முகவையில் தாமிரம், இரும்பு, அலுமினியம் இவற்றின் சல்ஃபேட்டுத் துண்டுகளும், தாமிரம், இரும்பு, இவற்றின் குளோரைடுகளும் தாமிரம், இரும்பு, கோபால்ட்டு, நிக்கல், கால்சியம் இவற்றின் நைட்ரேட்டுகளும் போடப்பெறுகின்றன. இத் துண்டுகளினின்றும் 'பூக்கள்' விரைவாக வளர்கின்றன. சிலிக்கேட்டுகள் சவ்வுபோன்ற பைகளை உண்டாக்குகின்றன; இப் பைகள் தம் உட்புறம் உயர்ந்த அடர்வினைக் கொண்டுள்ளன; இதனுல் பைகளின் வளர்ச்சி விரைவாக நடைபெறச் செய்கின்றது.

35. திருகு சுருளாயமைந்த வில்லினைச்சுற்றுதல்

ஒரு சராசரி வில்லிற்கு ஃபாஸ்ஃபர் பிரான்ஸ் அல்லது எஃகுக் கம்பி (SWG 26) பொருத்தமானது. 15 செ.மீ. நீளமுள்ள ஓர் ஆணியைத் தேர்ந்தெடுத்து அதன் கூர் நுனியை ஒரு சிறிய துளையிடுங் கருவியின் வாயில் இறுகப் பற்றுவித்திடுக. கம்பியின் முனையையும் அந்த வாயிலேயே சிக்கவைத்திடுக. அந்தத் துளையிடும் கருவியைக் கிடைமட்டமாக ஒரு கம்பியினது பிடிசாவியில் பொருத்துக. துளையிடும்

கருவியின் கைப்பிடியைச் சுழற்றுக; உங்கள் கையைக் காப்பாற்றும் பொருட்டு துணியை அல்லது ஒரு தோலுறையைப் பயன்படுத்திக் கம்பியின் மற்றொரு முனையைப் பலமாக இழுத்திடுக. உங்கட்குத் தேவையான நீளமுள்ள வில்லைச் செய்ததும், ஆணியைச் சுற்றிலும் கம்பியின் முனையை வளைத்திடுவதற்கு ஒரு பற்றுக் குறட்டினைப் பயன்படுத்துக; அதன் பிறகு கம்பியை வெட்டிவிடுக. கம்பியின் சுற்று சிறிதளவு பிரியும்; இதனால் குறையொன்றும் இல்லை. துளையிடும் கருவியின் வாயினின்றும் கம்பியை விடுவித்து, இவ்வாறு அமைந்த வில்லின் முனையை வெட்டிவிடுக; ஆணியையும் அகற்றுக. பற்றுக் குறட்டினைப் பயன்படுத்தி வில்லின் ஒரு முனையிலுள்ள இரண்டு கோடிச் சுற்றுக்களையும் இணைத்து உறுதியாகப் பற்றிக் கொண்டு ஒரு கண்ணி உண்டாகுமாறு அவற்றினைச் செங்கோணங்களில் வளைத்திடுக. வில்லின் மற்றொரு முனையிலும் இதனையே திரும்பச் செய்திடுக.

இயல் 19

அறிவியல் பயிற்றலில் சில புதிய போக்குகள்

சற்றேறக் குறைய நூறு ஆண்டுகளாக பள்ளிகளில் அறிவியல் பயிற்றப்பெற்றுவருகின்றது. அஃது இயற்கை மெய்ப் பொருளியலாகத் தொடங்கியது; கிட்டத்தட்ட ஐம்பது ஆண்டுகட்கு முன்னர்தான் அது சிறப்பாக மெய்ம்மையும் வருணனையும் நிறைந்த அறிவியல் சார்ந்த அறிவின் தொகுதியாக அமைந்தது. கடந்த ஒரு சில ஆண்டுகளாகப் பல நாடுகளின் அறிவியல் திட்டங்கள் ஆராய்ச்சி நிலையில் இருந்து வருகின்றன. இந்த நூற்றுண்டில் அறிவியல் அறிவின் விரைவான முன்னேற்றம் பல புதிய கருத்துக்களையும் (Concepts), கருத்துக்களின் ஒரு புதிய ஒருமைப்பாட்டினையும் கொண்டுவந்துள்ளது. அறிவியலின் வகைமுறையும் அதன் பொருளும் மாறிவிட்டன; தனியாக செய்யப்பெற்ற ஆராய்ச்சியின் இடம் குழு ஆராச்சியால் ஈடுசெய்யப்பெற்றுள்ளது; புதிய நுட்ப முறைகள் (Techniques) தோன்றியுள்ளன; பயன்படும் ஆய்கருவியும் மிக அதிகமாக விரிந்த நிலையில் அமைந்துள்ளது. பள்ளியில் பயிற்றப் பெறும் அறிவியல் அன்றுட வாழ்வினின்றும் பிரிந்துவிட்டது; பல ஆசிரியர்கள் ஒரு தலைமுறைக்கு முன்னிருந்த அறிவியலைப் பயிற்றலும் போதாது என்று உணரத் தொடங்கிவிட்டனர்; ஆனல் அந்த அறிவியல் பகுதி நவீன காலத்திற்கு மிகப் பொருத்தமாகவுள்ள பாடத் திட்டங்களில் சேர்க்கப்பெறுதல் வேண்டும். இதில் சிறப்பாக புதிது ஒன்றும் இல்லை; அண்மையிலோ அடுத்தோ சமூகத்தின் திறன்களும் அருஞ்செயல்களும் பள்ளிகளுக்குரிய கல்வித் திட்டத்தில் பிரதிபலிக்கத்தான் செய்கின்றன. ஆனல், அறிவியலிலும் கணித இயலிலும், அவற்றுடன் இணைந்துள்ள தொழில் நுண்ணியலிலும் நேரிட்டுள்ள பெரிய முன்னேற்றங்கள் கல்விபற்றிய கொள்கை, அதன் நடைமுறை இவற்றின் முன்னேற்றத்தையும் விஞ்சிவிட்டன.

இதன் காரணமாகவே, பல நாடுகள் தம்முடைய கல்வித் திட்டங்களைத் திரும்பச் சிந்தித்து வருகின்றன; அறிவியல்களிலேயே பௌதிக இயல் மிக முன்னேற்றம் அடைந்திருப்பதாலும், அது மானிட வாழ்வில் பெரு விளைவுகளை ஏற்படுத்தியிருப்பதாலும், இந்தப் பாடமே முதலாவதாக ஆராய்ச்சியைப் பெற்றுள்ளது. இதனல் எய்தின முடிவுகள் ஏனைய அறிவியல் பாடங்கட்கும் சமமாகப் பொருந்துகின்றன; ஆனல் பின்னல் வருவனவற்றில் பௌதிக இயலுக்கே அதிக அழுத்தம் தரப்பெறும்; காரணம், இந்தப் பாடத்தில் சில முற்றுப்பெற்ற பாடத்திட்டங்களும் ஏற்பாடுகளும் தயாரிக்கப்பெற்று, சிறு திட்டங்களாகச் (Pilot schemes) சோதிக்கப்பெற்றுள்ளன. ஒரு சிறிய அளவு மதிப்பீட்டில் பல்வேறு நாடுகளின் கல்வித் திட்டங்களை விரிவாகத் தருவது இயலுவதொன்றன்று; அடியிற் குறிப்பிடப் பெறுவனவற்றுள் பாடத் திட்டங்களை அமைப்பதில் உள்ளடங்கியுள்ள விதிகளில் மட்டிலுந்தான் அழுத்தம் காட்டப்பெற்றுள்ளன. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளைச் சேர்ந்த பௌதிக அறிவியல்களின் ஆய்வுக் குழு, ஒன்றுபட்ட அரசினைச் சார்ந்த (United Kingdom) அறிவியல் ஆசிரியர்களின் கழகம், பன்ளுடு சார்ந்த கொள்கை முறை பயன்முறை பௌதிக இயல்களின் கழகம் இவை ஆற்றியுள்ள செயல் குறிப்பிடப்பெறும்; சோவியத் சோஷலிஸ்டுக் குடியரசு நாடுகளின் கூட்டணியில் நடைமுறையிலுள்ள பௌதிக இயல் பயிற்றல்பற்றிய ஒரு சுருக்கமான குறிப்பும் இதில் சேர்க்கப்பெறுகின்றது.

பௌதிக அறிவியல்களின் ஆய்வுக் குழுவின் பணி:

பௌதிக அறிவியல்களின் ஆய்வுக் குழு என்பது பல்கலைக்கழக பௌதிக இயல் ஆசிரியர்களும் உயர்நிலைப்பள்ளி ஆசிரியர்களும் அடங்கிய ஒரு குழுவாகும்; இவர்கள் 1956-இல் அமெரிக்க உயர்நிலைப் பள்ளிகளில் மேம்பாடடைந்த பௌதிக இயல் பாடத் திட்டத்தை மேற்கொண்டனர்; அக்குழுவினரின் வேலை கல்விப் பணி புரிவோர் கழகத்தினல் செயலாட்சி செய்யப்பெற்றது; இக்கழகம் ஊதியத்தைக் கருதாத ஒரு கூட்டவையாகும். இக்கூட்டவை அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் உயர்நிலைப் பள்ளியின் அறிவியல் கல்வியை மேம்பாடடையச் செய்வதற்கு ஒரு பொது இயக்கத்தையே தூண்டியது; இங்ஙனமே இன்று உயிரியல், வேதியியல், கணித

இயல் ஆகிய பிரிவுகளிலும் குழுக்கள் பணி யாற்றி வருகின்றன.

பள்ளிப் பாடப் புத்தகங்கள், ஆய்கருவிகள், கட்புலத் துணைக்கருவிகள், நூலகப் பொருள் கள் இவற்றைத் திறனாய்வு முறையில் சோதித் ததில் அடியிற் குறிப்பிடப்பெறும் போக்குகளைத் தெரிவித்துள்ளன.

1. பொதுவாகப் பாடப் புத்தகங்கள் அரை நூற்றாண்டுக்கு முன்னருள்ள அறிவியல் நிலை விவரத்தைப் பிரதிபலித்தது; அஃது எவ்விதத் திலும் அறிவியல் சமூகத்தின் பொது நோக்கங் களைத் தெரிவிக்கக் கூடியனவாக இல்லை.

2. அறிவியல் வளர்ச்சிகளுடன் தோளோடு தோள் போட்டு நிற்கவேண்டும் என்ற உண்மையான முயற்சிகளும் மிக நல்ல புத்தகங் களிலும் ஒட்டுத் தையல் பண்பினையே தந்துள் ளன; இதில் பாடத்தின் ஒருமைப்பாடு மறைந்தே போயிருந்தது. வெறும் பாடப் பொருளின் தொகுப்பு அறிவுக்குப் பொருந்தாத முறையில் அதிகமாகி இருந்தது.

3. அன்றாட வாழ்வில் அறிவியல் அதிக மாகச் செயற்படுத்தப்பெற்றுள்ளதையொட்டி, இப் புத்தகங்கள் மேலும் தொழில் நுண்ணிய லில் அளவுக்கு மீறின கவனத்தைச் செலுத்து வதாக அமைந்திருந்தது.

4. ஆய்வகக் கையேடுகள் இதே குறை களைக் கொண்டிருந்தன.

5. கட்புல-செவிப்புலத் துணைக்கருவிகளின் உள்ளார்ந்த ஆற்றல்கள் போதுமான அள விற்கு செயற்படுத்திக் கொள்ளப்பெறவில்லை. அதன் பிறகு பாடத்தின் ஒருமைப்பாடு காப் பாற்றப்பெறக்கூடியதாகவும், நவீன கருத்துக் கள் இயல்பாக உரிய இடங்களைப் பெறக் கூடியவையாகவும் உள்ள ஒரு பாடத்திட்டத்தை ஒழுங்குபடுத்த வேண்டும் எனத் தீர்மானிக்கப் பெற்றது. இஃது இப்பொழுது 'PSSC பௌதி கம்' என்ற தலைப்பில் அமைந்துள்ள ஒரு பாடப் புத்தகத்தில் உருவங் கொடுக்கப்பெற்றுள்ளது. இயல்பாகவே, இப்புத்தகம் ஐக்கிய நாடுகளி லுள்ள கல்வித் திட்டங்களுடன் பொருந்து வதற்கேற்பத் திட்டமிடப்பெற்றுள்ளது; உண் மையிலேயே உயர்நிலைப் பள்ளியின் இறுதி ஆண்டிற்குரிய ஓராண்டுத் திட்டத்திற்கெனவே அது வகைசெய்யப்பெற்றுள்ளது. ஆனால், பாடத்திட்டத்தின் சட்டகம் (Outline), ஆய் வகக் கையேட்டில் இணைக்கப்பெற்றுள்ள திறமை மிக்க சோதனைகள், அவற்றைத் தாங்கி யுள்ள ஃபிலிம்கள், நூலகப் புத்தகங்கள் ஆகிய வைகள் எல்லா நாட்டு ஆசிரியர்கட்கும் கவர்ச்சி கரமாக உள்ளன.

இயல்பாகவே பாடத்திட்டம் நான்கு பகுதி களாகப் பிரிந்துள்ளது. முதற் பகுதி காலம், இடப்பரப்பு, சடப்பொருள், இயக்கம் ஆகிய இவற்றிற்கு முன்னுரையாக உள்ளது. இரண்டாவது பகுதி ஒளியியல், அலைகள் இவற்றை அடக்கிக்கொண்டுள்ளது. அலைப் பண்பினை விளக்குவதற்கு ஓர் ஒளியின் மாதிரித் துகள் வளர்க்கப்பெறுகின்றது. மாதிரித் துகள் போதுமானதன்று என்பது கண்டறியப்பெற் றால், அலைப் பண்பின் இயக்கநிலைப் படம் (Kinematic picture) மாற்றுப் பொருளாக நுழைக்கப்பெறுகின்றது. மூன்றாவது பகுதியில் கலிலியோ, நியூட்டன் இவர்களின் இயக்க வியல்மூலம் பொறிநுட்பவியல் முன்னிலைப் படுத்தப்பெற்றுள்ளது. இது பொருண்மை வேகம் (Momentum), ஆற்றல், ஆற்றல் அழி யாவிதிகள் ஆகியவற்றின் ஆராய்ச்சிக்கும் கொண்டு செல்லுகின்றது. நான்காவது பகுதி மின்சாரம், காந்தம் இவற்றின் முன்னுரையுட னும், காந்த மின் புலங்களில் துகள்களின் பண்புகளைப் பற்றிய முன்னுரையுடனும் தொடங்குகின்றது. ஒளி-மின்சாரக் கண்டு பிடிப்பின் விளைவு திரும்பவும் ஒளியின் இயல் பற்றிய நுண்ணிய ஆராய்ச்சிக்கு அழைத்துச் செல்லுகின்றது. அணுவைப்பற்றிய வருணனை யில் அலைப் பண்பும் துகள் பொறிநுட்ப இயலும் சேர்ந்த இணைப்பும் பாடத்திட்டத்தின் போக்கினை ஒரு முடிவிற்குக் கொண்டு வருகின்றது.

பாடப் புத்தகத்தில் வளர்க்கப்பெற்ற கருத் துக்களுடன் சேர்த்து ஓர் ஆய்வகத் திட்டம் கருதப்பெற்றது; இதில் அடியிற் குறிப்பிடப் பெற்றுள்ள ஆய்ந்த முடிவுகள் ஒரு வழிகாட்டி யாகப் பயன்படுத்தப்பெற்றன.

1. சோதனைகள் உண்மையான சோதனை களாக இருத்தல்வேண்டும்; முன்னதாகவே நன்கு அறியப்பெற்ற முடிவுடன் பொருந்தக்

கூடியதற்கேற்ப வழக்கமான முறையில் திரட்டப்பெற்ற எடுகோள்களாக இருத்தல்கூடாது.

2. அவை மாணுக்கராலேயே விரைவாக கூட்டுவிக்கப்பெறும் எளிய ஆய்கருவியால் செய்யப்பெறுதல் வேண்டும்.

3. அவை கருத்தேற்றம் தரப்பெற்ற போக்குகளில் மேலும் செயலில் உற்சாக மூட்டக்கூடியனவாக இருத்தல்வேண்டும்; சோதனையினின்றே வளரும் கொள்கை சார்ந்த கருத்துக்களை ஆய்வதற்கு அழைத்துச்செல்லத் தக்கனவாக இருத்தல்வேண்டும்; ஏற்கெனவே பாடப் புத்தகத்தில் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள கருத்துக்களால் வழிகாட்டப்பெறுவனவாகவும் இருத்தல் வேண்டும்.

ஆசிரியர்களாலும் மாணுக்கர்களாலும் அமைக்கப்பெறக்கூடிய ஓர் ஆய்கருவி வகையை வளர்ப்பதே குழுவின் ஆதி எண்ணமாக இருந்தது; ஆனல், இதில் அடங்கியுள்ள பயன்கள் வெளிப்படையாக இருப்பினும் ஆசிரியர்களின்மீதுள்ள சுமை மிக அதிகமாக இருக்கும் என்று விரைவில் கண்டறியப்பெற்றது. ஆய்வகக் கையேட்டில் விவரிக்கப்பெற்றுள்ள ஆய்கருவிகள் இப்பொழுது வணிகமுறையில் வணிகவிலை குறைந்த விலையில் இருப்பதற்கு இயலுமாறு அமைப்புக்களில் உற்பத்தி செய்யப்பெறுகின்றன.

அதன் பிறகு கட்புலத் துணைக்கருவிகள் ஆராயப்பெற்றன; கிடைக்கக்கூடிய கல்வி பற்றிய ஃபிலிம்களைச் சோதித்தலில் ஒரு சில ஃபிலிம்களே வகைமுறையிலும் பொருளடக்கத்திலும் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள கருத்துக்களை மேலும் முன்னேற்ற முறையில் விளக்கிச் செல்வதாகக் காணப்பெற்றன. எனவே, புதிதாக அறுபது ஃபிலிம்கட்குத் திட்டமிடப்பெற்றது. இந்த ஃபிலிம்களின் நோக்கம் இது: (அ)ஆசிரியரின்மீதுள்ள சுமையை எளிதாக்குவதற்கு; (ஆ) ஆய்வகத்தில் மேற்கொள்வதற்கோ அல்லது செய்து விளக்கிக் காட்டும் சோதனைகளால் காட்டுவதற்கோ கடினமாக உள்ள செயல்களைக் கட்புலனுக்கி அளிப்பதற்கோ; (இ) ஒரு புதிய பாடத்தை முன்னிலைப்படுத்துவதற்கு, அல்லது ஒரு பாடப்பகுதியை சுருக்கியுரைப்பதற்கும் ஒருமைப்பாடடையச் செய்வதற்கும்; (ஈ) இயன்ற வரையில், உண்மையான சூழ்நிலையில் உண்மையான அறிவியலறிஞர்கள் வேலை செய்வதையும் அவர்கள் நேரடியாக மாணுக்கர்களிடம் பேசுவதையும் காட்டுவதற்கு.

அறிவியல்பற்றியும் அறிவியலறிஞர்களைப்பற்றியும் தாள் கட்டமைத்த புத்தகத் தொகுதி ஒன்றை (Paperbacks) உற்பத்தி செய்வது குழுவின் தொடர்ந்த ஒரு செயலாக இருந்து வந்தது. அவற்றின் முதலாவதான நோக்கம் பாடப் புத்தகத்தின் சுமையை நீக்கிப் பொதுவிதிகளை விளக்கி யுரைப்பதாகும். தற்சமயம் அறுபது புத்தகங்கள் திட்டமிடப்பெற்றுள்ளன; இவை தலைமையான பாடத்திட்டத்தைப் பயின்று வருபவர்கள் புரிந்துகொள்ளும் வகையில் பெளதிக மேற்பார்வையினை (Survey of Physics) நல்கும். சில புத்தகங்கள் மனிதனுக்குப் பணிபுரிவதில் பெளதிகத்தின் பங்கினை உரைக்கின்றன; மற்றவை வரலாறு கூறும் இயல்பினவாக இருந்து கண்டுபிடிப்பாளர்களைப்பற்றிய வரலாறுகளையும், அவர்களுடைய பெரிய கண்டுபிடிப்புக்களையும்பற்றிக் கூறுகின்றன. மேலும் அவை பாடத்திட்டத்துடன் மிகையாகச் சேர்வதுடன், துறைநெறி சாராதவருக்கும் புரியக்கூடியவையாக இருக்கலாம்; அஃது அறிவியல் துறை மாணுக்கருக்கும் கலைத்துறை மாணுக்கருக்கும் உள்ள இடைவெளியினை இணைக்கும் பாலமாகவும் அமையலாம்.

மேற்கூறப்பெற்ற பாடத்திட்டத்தை மேற்கொண்ட முயற்சிகள் சில ஆசிரியர்கள் பாடப் புத்தகத்திற்கு ஒரு வழிகாட்டி பயனுள்ளதாக இருப்பதைக் காண்கின்றனர் என்பதைக் காட்டியது. ஆகவே பாடப்புத்தகத்திலுள்ள புதிர்கட்குரிய விடைகளும், பாடத்தைப் பயிற்றலுக்குரிய கருத்தேற்றங்களும் உட்பட ஆசிரியர்க்குரிய குறிப்புக்களை உண்டாக்குதல் குழுவின் இறுதியான முயற்சியாக இருந்தது. பலவற்றையும் உட்கொண்டுள்ள இந்த வழிகாட்டி இன்று கிடைக்கின்றது. அது இந்தப் பாடத்திட்டத்தை மேற்கொள்ள முயல்பவர்கட்கும், அல்லது தங்களுடைய சிறப்பான தேவைகட்கேற்ப அதனை மாற்றியமைத்துக் கொள்பவர்கட்கும் மதிப்பிட முடியாததாக இருக்கும்.

மேலும் தகவல்கள்:

இந்தப் புதிய பாடத்திட்டத்தின் செல்திசை (Course) என்ன என்பதையும், அஃது

இப்பொழுதுள்ள வடிவத்திற்கு எங்ஙனம் வந்தது என்பதையும் சரியாக அறிந்து கொள்ள விரும்பும் தனிப்பட்டவர்கட்கும் பள்ளிகட்கும் என்னென்ன மொழிகள் பயனுள்ளவையாக இருக்குமோ அவற்றையெல்லாம் புரிவதற்கு பௌதிக அறிவியல் ஆய்வுக் குழு அக்கறை கொள்ளுகின்றது. அத்தகைய தகவல்களையும் வெளிநாட்டு மொழி பெயர்ப்புக்களும் மொழியாக்கங்களும் சம்பந்தமான தற்கால நிலைபற்றிய அறவுரையையும் கீழ்க்கண்ட இடத்தில் பெறலாம்:

Physical Science Study Committee, Educational Services Incorporated, 164, Main Street, Watertown 72 Mass.

பாடப் புத்தகங்களின் படிகளும் ஆய்வக வழிகாட்டியின் படிகளும், ஆசிரியர் வழிகாட்டியின் படிகளும் கீழ்க்கண்ட முகவரியில் கிடைக்கும்:

D. C. Heath and Co.; 285, Columbus Avenue, Boston 16, Mass.

ஆய்வகக் கருவிகளின் பட்டியல் கீழ்க்கண்ட முகவரியில் கிடைக்கும்:

Macalaster - Bicknell Co., 253, Norfolk Street, Cambridge 39, Mass.

ஒரு ஃபிலிம் பெயர்ப் பட்டியும் ஃபிலிம்களை முன்னதாகப் பார்ப்பதுபற்றிய தகவல்களும் அடியிற் கண்ட முகவரியில் கிடைக்கும்:

Modern Talking Picture Service, Inc., 3, East 54th Street, New York 22, N. Y.

அறிவியல் படிப்பு வரிசை நூல்கள்–PSSC பாடத் திட்டத்துடன் தொடர்பு கொண்ட பகுதிகளைச் சார்ந்த புறநிலைப் படிப்பிற்குரிய தாள் கட்டமைத்த புத்தகங்களின் நூலகம் அடியிற் காணும் முகவரியினின்றும் பெறலாம்:

Doubleday and Company, Inc., 575 Madison Avenue, New York 22, N.Y.

தற்காலம்வரையில் அறிவியல் படிப்பு வரிசை நூல்களை அரபி மொழி, வங்காள மொழி, டச்சு மொழி, ஃபின்னிஷ் மொழி, செருமானிய மொழி, இந்தோனேஷிய மொழி, இத்தாலிய மொழி, சப்பானிய மொழி, பாரசீக மொழி, போலிஷ் மொழி, ஸ்பானிஷ் மொழி, ஸ்வீடிஷ் மொழி, உருது மொழி ஆகியவற்றில் மொழி பெயர்க்கும் ஏற்பாடுகளும், இந்த வரிசை நூல்களை பிரிட்டிஷ் காமன்வெல்த்தில் வெளியிடும் திட்டமும் முற்றுப்பெற்றுள்ளன.

மேற்கோள்கள்

Modern high school physics: A recommended course of study, Bureau of Publications, Teachers' College, Columbia University, New York, N.Y.

Science in your school: American Association of Science Teachers.

Education for an age of science, by President Eisenhower's Science Advisory Committee, United States Information Service, 1959.

International education in physics by Brown and Clark, John Wiley and Sons, 440 Park Avenue, New York 16, N.Y.

ஒன்றுபட்ட அரசினைச் சார்ந்த அறிவியல் ஆசிரியர்கள் கழகம் அறிவியல் ஆசிரியைகள் கழகம் இவற்றின் பணி:

1957-இல், முன்னர்க் குறிப்பிடப்பெற்ற ஆய்வுகளால் ஊக்குவிக்கப்பெற்று இந்தக் கழகங்கள் பள்ளிகளில் அறிவியல் பயிற்றுவித்தல்பற்றிய கொள்கை முறை அறிக்கையை வெளியிட்டன. பின்னர் பாடத் தெரிவர் குழுக்கள் (Subject panels) ஆறும் படிவத்திற்குக் கீழ் உயிரியல், வேதியியல், பௌதிக இயல் ஆகிய அறிவியற் பகுதிகள்பற்றிய படிப்பிற்குரிய பாடத் திட்டங்களையும் அவற்றைத் தொடர்ந்து வரும் தனித்துறைஞர் (Specialist) பயிற்றல்பற்றிய பாடத்திட்டத்தையும் தொகுத்தன.

பொதுநிலைப் பள்ளிகளில் தற்சமயம் ஆங்கிலமும் கணக்கும் இருப்பதுபோலவும் உயர்தர இலக்கியங்கள் இருந்துவந்தது போலவும் அறிவியல் பாடமும் அடிப்படைப் பாடமாக ('Core' subject) இருத்தல் வேண்டும் என்று பொதுவாகப் பரிந்துரைக்கப்பெற்றது. ஐந்து படிவங்களுக்குரிய ஆண்டுகள்வரைமாணாக்கர்களும் அறிவியல் பயிலவேண்டும் என்றும், எல்லா தனித்துறைஞர்களும் சிறிது அறிவியல் பயிலவேண்டும் என்றும் நம்பி அந்த அறிக்கையினை வெளியிட்டோர் அடியிற்கண்ட விதிகளை அமைத்துள்ளனர். பயிற்றல் மூன்று நிலைகளாகப் பிரிக்கப்

பெறுதல் வேண்டும்; தொடக்கநிலே முதல் இரண்டாண்டுகளேயும், இடைநிலே கிட்டத்தட்ட மாணுக்கர்கட்குப் பதினுறு வயது ஆகும் வரையிலுள்ள காலத்தையும், முன்னேற்றம் அடைந்த நிலே சிறிதளவு தனித்துறைப் புலமைப் பேற்றையும் கொண்டிருக்கும்.

1960-இல் இந்தக் குழு இந்த மூன்று நிலேகளேயும் தழுவிய பௌதிக இயல், வேதியியல், உயிரியல் ஆகியவற்றிற்குரிய பாடத் திட்டங்களே வெளியிட்டது. நவீன வாழ்வுடன் மிக நெருக்கமாகத் தொடர்புள்ள பொருளே உள்ளடக்குவதற்கு இயலும்பொருட்டு, கடினமான பொதுமைக் கருத்துக்களும், ஆற்றல், காந்தம் இவைபற்றியனவும், வெப்பம், ஒளி இவைஇரண்டுபற்றியனவுமான எண்ணங்களும், எண்ணேக் குறிக்கும் கணக்குகளும், பௌதிகப் பாடத்திட்டச் செல் திசையின் தொடக்கநிலே இடைநிலேகளினின்றும் நீக்கப் பெற்றன. முன்னேற்றம் அடைந்த நிலேயில் எந்தச் செய்தியையும் பகுதியாக அமைப்பதில், 'அஃது இன்றைய பௌதிக இயலுக்கு அடிப்படையாக உளதா?' என்பதுதான் அளவையாக இருந்தது. பயன்முறை பௌதிகம் அல்லது தொழில் நுண்ணியல் என்ற தலேப்பின் கீழ் மிகப் பொருத்தமாக அடக்கப்பெறும் பாடங்களும்கூட நீக்கப்பெற்றுவிட்டன. இவை இருந்த இடங்கள் பொறி நுட்ப இயல்பற்றிய அடிப்படைப் பகுதிகளால் ஈடுசெய்யப்பெற்றுள்ளன; நவீன பௌதிகத்தை நன்கு உயர்வாக மதிப்பதற்கு இவ்வடிப்படைப் பகுதிகளேப் புரிந்து கொள்வது மிகவும் இன்றியமையாததாக உள்ளது. இதே பொது விதிகள் வேதியியலிலும் செயற்படுத்தப்பெற்றுள்ளன. பிரிட்டனிலுள்ள பள்ளிகளில் வேதியியல் பயிற்றலின் உயர்ந்த நிலே உலகிலுள்ள வேறு எந்தப் பகுதியிலுமுள்ளதைப்போல் இருப்பதாக உரிமை கொண்டாடப்பெறக்கூடியதாக இருந்தபோதிலும், புதிய நிலேயைச் சமாளிப்பதற்குச் சிறிது மாற்றங்கள் இன்றியமையாதவையாக உள்ளன. கடந்த காலப் பாடத்திட்டங்கள், மெய்ம்மைகள், ஆயத்தம் செய்தல், செயல்முறை விவரங்கள் இவற்ருல் மிக அதிகமாகச் சுமையேற்றப்பட்டிருந்தன.

வேதியியலில் தொடக்கநிலேகளின் பொதுத் திட்டம் செயலாய்வு செய்தலுக்கும் உற்று நோக்கலுக்குமுரிய அழுத்தத்துடன் தொடராகவுள்ள நுகர்ச்சி வழி ஆராய்வுகளாகப் (Empirical investigations) பார்க்கப்பெறல் வேண்டும் என்று குறிப்பாகத் தெரிவிக்கப்பெற்றுள்ளது. அதன் பிறகு உறுதிப்படுத்தப்பெற்ற மெய்ம்மைகளின் அடிப்படையில் ஆழ்ந்தாராய்தல் எழும்; எளிய கொள்கைகளேக் கண்டறிவதற்கு வாய்ப்புக்கள் நல்கப்பெறும். அடுத்து, இவை புதிய கொள்கைகளிலும் புதிய மெய்ம்மைகளேக் கண்டறிவதிலும் கொண்டு செலுத்தும். இரண்டாவது நிலேயில் மாணுக்கர் அறிவியல் விதிகளின் இயல்பையும், மெய்ம்மைகட்கும் கொள்கைகட்கும் இடையேயுள்ள இடைத் தொடர்பினேயும், சடப்பொருளுக்கும் மின்சாரத்திற்கும் இடையேயுள்ள நெருங்கிய உறவினேயும் சுவைத்து மகிழக் கற்றுக்கொள்ள வேண்டும். சடப்பொருள் பங்குபெறும் எதிர்வினேகளே ஆராயும்பொழுது அணுக்களின் துகள் அமைப்பினேப் பாவனே செய்துகொள்ள வேண்டிய அவசியத்தையும், பொது வேதியியல் வினேகளேப் பாதிக்கக்கூடிய கூறுகளேயும் பற்றிய சில எண்ணங்களும் உருவாக்கப்பெறுதல் வேண்டும். முதல் இரண்டு நிலேகளில் மேற்கொள்ளப்பெறும் குற்றமற்ற பயிற்றலின் அடிப்படையில் தான் வேதியியலின் முக்கியமான அடிப்படையையும், பொருள்களின் வகைகளேயும், மாற்றங்களேயும், மூலக் கூறுகள், அயனிகள் ஆகிய துறைச்சொற்களில் அவற்றின் முழு விளக்கத்தையும் இப்பொழுது கலந்தாராய்வதற்குச் சாத்தியப்படுதல் வேண்டும்.

உயிரியல் பயிற்றலே மீள்நோக்கிய பிறகு அக்குழு இந்தக் கூறு ஒரு தனிப்பட்ட அறிவியல் மட்டிற்குமேயன்றி, எல்லா அறிவியல் தொகுதிக்கும் பொருந்துகின்றது என்றும் வற்புறுத்தியது. மேலும் எல்லா அறிவியல்களேயும் இணேப்பதற்கும் அவற்றை உளவியலுடனும், சமூக அறிவியல்களுடனும், வரலாறு, கலேகள் இவற்றுடனும் இணேப்பதற்கு உயிரியல் பயன்படுத்தப்பெறுதல் கூடும் என்பது அனுபவத்தால் அறியப்பெற்றது. இந்த இணேப்பு வினே வினே எய்துவதற்கு முழு உயிரிகளேப்பற்றிய ஆராய்ச்சியின்மீது உயிரியல் மையமாக அடைதல் வேண்டும்; அஃது உடற்கூற்றியல், உடலியல், உயிரணுவியல் அல்லது உயிர்வேதியியல்

இவற்றின் அடிப்படையில் பொது நிலைப் படுத்திக் கற்கப்பெறுதல்கூடாது.

தொடக்க இடை நிலைகளில் அறிவியல் முழுவதற்கும் உயிரியல் ஒரு முன்னுரையின் பகுதியாக இருத்தல்வேண்டும். உயிர்ப்பிராணிகளைப் பற்றிய நேரடியான உற்றுநோக்கல்கள் மேற்கொள்ளப்பெற்று செய்முறை வேலைக்கு முக்கியத்துவம் தரப்பெறுதல் வேண்டும். ஆராய்ச்சிக்கு எடுத்துக்கொள்ளப்பெறும் உயிரிகள் (Organisms) எளிதாகக் கிட்டக்கூடிய உள்ளூர்ச் செடியினம் உயிரினங்களினின்றும் (Flora and fauna) தேர்ந்தெடுக்கப்பெறுதல் வேண்டும்; எளிய இயல்பான இருப்பிடத்தைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகள் மிகச் சிறந்த முறையில் பொருத்தமுள்ளவை. ஊட்டமும், சுவாசித்தலும் பௌதிக, வேதியியல், உயிரியல்பற்றிய கூறுகளுடன் கூடிய அகன்ற அறிவியல் தலைப்புக்களின் பகுதிகளாக ஆராயப்பெறுதல் கூடும். இடை நிலையில் தொடக்க நிலையிலிருந்ததைவிட மிக ஆழத்திலும் குறுகிய முன்னணியிலுமாக முன்னேற்றம் அடைதல் வேண்டும். கேம்பிரிட்ஜ் உள்ளூர்த் தேர்வுகளின் ஆட்சிக் குழுவின் (Cambridge Local Examination Syndicate) பாடத் திட்டத்தையொட்டிய பாடத்திட்டம் மேற்கூறிய தேவைகளைச் சமாளிக்கின்றது என்பதும், வேறு பல பாடத்திட்டங்களிலிருப்பதைவிட இதுதான் ஆசிரியர்க்குரிய அதிகமான குறிப்புக்களைக் கொண்டுள்ளது என்றும், மேலும் ஒரு கருத்தேற்றம் அதில் இருந்தது. முன்னேறிய நிலையிலுள்ள பாடத் திட்டம் இதற்கு முன்னருள்ள நிலைகளின் பாடத் திட்டங்களினின்றும் வளர்கின்றது. ஆறும் படிவத்தினர் பாடத்தை மிக அதிகமான முதிர்ச்சியினையுடைய மனத்துடன் அணுகுகின்றனர். இவர்கட்கு மிக முன்னேற்றமுள்ள செய்முறை வேலை சாத்தியப்படுகின்றது. முன்னுள்ள செயல்முறை விளக்கங்களில் பிராணிகளின் தனிப்பட்ட பிளந்தாய்தல்கள் (Dissections) நடைபெறுதல் கூடும். சில நுண்பெருக்கியின் தயாரிப்புக்களைக் கறைப்படுத்தலும் சட்டத்திலேற்றலும் (Mounting) கூட மேற்கொள்ளப்பெறுதல் கூடும். ஆசிரியர்கள் தம்முடைய மனப்பான்மைக்கும் கவர்ச்சிகட்கும் ஏற்பவும், சிறப்பாகக் களச்செயலைப் பொருத்தமட்டிலும் உள்ளூர் நிலைமைகட்கேற்பவும் குறிப்பிட்ட பிரிவுகளை வளர்த்தல்கூடும். ஆதலால், பாலுண்ணிகளையும், பூக்கும் தாவரங்களையும் பற்றிய மேலும் உள்ள ஆராய்ச்சி, வாழ்க்கையின் பல்வேறு கோலங்களின் வகைகள், தொடக்க நிலையிலுள்ள சூழ்நிலையியல் (Ecology) "வாழ்க்கையின் இயல்பு, தொடர்ச்சி பலவகை" என்ற பொதுத் தலைப் பின்கீழ் பல உயிரியல் பாடத் தலைப்புக்கள் ஆகியவற்றையும் பாடத்திட்டம் உட்கொண்டிருக்கும்.

இந்த எல்லாத் திட்டக்குழுக்களின் வேலை முற்றுப் பெறவில்லை; அவர்கள் எல்லைக் கோடுகளாகக் காட்டியுள்ள குறிப்புக்கள் கழகங்களின் வாயிலாக வெளியிடப்பெற்றுள்ள விரிவான பாடத் திட்டங்களில் உருவங்கொடுக்கப்பெற்றுள்ளன. பிரிட்டனிலுள்ள ஆசிரியர்கட்குக் கொடுக்கப்பெற்றுள்ள அதிக சுதந்திரம் அக் குறிப்புக்கள் பல்வேறு முறைகளில் விளக்கப் பெறுவதற்கு வழி விடுகின்றது. பள்ளிகளில் சோதனைக்காக சிறு திட்டங்கள் செயலில் உள்ளன; அடுத்த சில ஆண்டுகளில் விரும்பும் குறிக்கோள்கள் எந்த அளவுக்கு மிக நல்ல முறையில் அடையலாம் என்பதுபற்றி அதிகம் அறிந்து கொள்ளப்பெறும்.

வெளியீடுகள்

அறிவியல் ஆசிரியர்க் கழகம், பெண்கள் அறிவியல் ஆசிரியர்க் கழகம் இவர்களின் அடியிற் குறிப்பிடப்பெற்றுள்ள வெளியீடுகள் ஒவ்வொன்றும் 2. ஷில்லிங் வீதம் The Librarian, Science Masters' Association, 52 Bateman Street, Cambridge என்ற முகவரியில் கிடைக்கும் :

A policy statement on science education.

Physics for grammar schools.

Chemistry for grammar schools.

Biology for grammar schools.

எல்லா நாட்டுக்குமுரிய தனிப்பௌதிகம் பயன்முறைப் பௌதிகக் கூட்டுறவுக் குழுவின் செயல் :

1960-இல் பாரீஸ் மாநகரில் எல்லா நாட்டுக்குமுரிய ஒரு பௌதிக மாநாடு நடைபெற்றது. அஃது ஐரோப்பியப் பொருளாதாரக் கூட்டுறவு அமைப்பு (Organization for European Economic Co-operation-OECD), ஐக்கிய நாட்டுக் கல்வி அறிவியல் பண்பாட்டு அமைப்பு,

எல்லா நாட்டுக்குமுரிய தனிப் பௌதிகம் பயன்முறைப் பௌதிகக் கூட்டுறவுக் குழு (Unesco and the Internationol Union of Pure and Applied Physics) ஆகிய இவற்றின் ஆதரவில் அம் மாநாடு கூட்டப்பெற்றது; அது OEEC-யால் மேற்கொள்ளப்பெற்ற அறிவியல், கணிதம், வேதியியல் இவற்றைப் பயிற்றல் பற்றிய விரிவான ஆராய்ச்சியின் ஒரு பகுதியாக இருந்தது. நெதர்லாந்து, ஸ்விட்ஸர்லாந்து, இத்தாலி, டென்மார்க், ஃபிரெஞ்சு நாடு, அமெரிக்கஐக்கிய நாடுகள், சப்பான், போலந்து, செருமெனி, ஒன்றுபட்ட அரசு (United Kingdom) ஆகிய இந்நாட்டுப் பிரதிநிதிகள் தேர்வுகள், ஆய்வக வேலை, ஆசிரியர்க்குப் பயிற்சியளித்தல், ஃபிலிம்களைப் பயன்படுத்தல், அறிவியல் பயிற்றலில் தொலைக் காட்சி ஆகியவை உள்ளடங்கிய தலைப்புக்களை ஆராய்ந்தனர். மேலும் அவர்கள் இன்றைய அமைப்புக்களிலுள்ள குறைகள், பௌதிக ஆசிரியர்களை அளித்தல், பௌதிகம் பயிற்றலில் அணுகுதல் ஆகியவைபற்றியும் ஆராய்ந்தனர்.

பல்வேறு நாடுகளின் நிலைமைகள், வசதிகள் இவற்றின் வேற்றுமை பொது முடிவுகளை அடைவதில் சங்கடத்தை விளைவித்தது. சில நாடுகள் கொள்கை நிலைப் பகுதிக்கு அளவு மீறிய அழுத்தம் தந்திருப்பதுபற்றியும் சில நாடுகள் செய்முறைப் பகுதியை அதிகமாக உள்ளடக்கியுள்ளன என்பதுபற்றியும் தவிர்க்க முடியாத நிலையில் குறை காணப்பெற்றன. ஆனால், எல்லோருமே பௌதிகத்தைக் கற்பிக்கும் முறையிலும் பாட அளவிலும் தீவிரமான மாற்றங்கள் வேண்டுமென்பதை ஒரு முகமாக ஒப்புக்கொண்டனர். எனினும், எல்லோரும் ஒப்புக்கொண்ட பாடத் திட்டத்தில் உடன்பாடு காணப்பெற்றது; அதனை நிறைவேற்றுவிப்பதற்குக் கருத்தேற்றங்கள் தரப்பெற்றன. மாநாட்டின் குழு அறிக்கையில்தான் இவற்றைக் காணவேண்டும். இஃது இப்பொழுது International Education in Physics என்ற தலைப்பில் John Wiley and Sons Inc., 440 Park Avenue St., New York 16, N.Y. என்பாரால் வெளியிடப்பெறுகின்றது.

சோவியத் சோஷலிஸ்டுக் குடியரசு நாட்டுக் கூட்டணியில் அறியல் பயிற்றல் :

உயர்நிலைப் பள்ளிகளுக்குரிய பலவற்றுள் பொதுவானதாகவும் முறையியல் (Methodological) பற்றியதாகவும் உள்ள வழிகாட்டியையும் பாடத் திட்டங்களையும் அளிப்பதற்காக 1919-இல் அரசினர் ஆலோசகர் மன்றம் அமைத்தபொழுதே சோவியத் குடியரசு நாடுகளில் அறிவியல் பயிற்றல் திட்டத்தின் மீள்பார்வை (Revision) தொடங்கியது. மேலும் 1921-இல் அமைக்கப்பெற்ற சிறப்புக் குழு சோவியத் உயர்நிலைப் பள்ளிகளின் நோக்கத்தை அறிவித்து அறிவியலறிஞர்கள், ஆசிரியர்கள் இவர்கட்குப் பயிற்சி அளிக்கும் திட்டங்களை அமைத்தது.

கல்வி அமைச்சின் கட்டளை விதிகளின்படி எல்லா அறிவியலறிஞர்களும் பட்டத்திற்கு மேலான படிப்பில் ஈடுபடுகின்றவர்களின் பயிற்சியில் ஆசிரியம், (Pedagogics) உளவியல், அளவை நூல் (Logic), தனிப்பட்ட பாடங்களைப் பயிற்றும் முறைகள், வகுப்புக்களை நடத்தும் திறன் இவற்றைப் பயிலவேண்டும் என்று ஏற்பட்ட காலத்தில் 1957-இல் மிகப் பெரிய முன்னேக்கிய முன்னேற்றம் ஏற்பட்டது. இது பயிற்றலுக்குக் கிடைக்கக்கூடிய அறிவியலறிஞர்களின் எண்ணிக்கையில் ஒரு பெரிய ஏற்றத்தை விளைவித்தது.

1943-இல் அமைக்கப்பெற்ற ஆசிரிய அறிவியல் மன்றம் (Academy of Pedagogical Science) ஆசிரியர்கட்குப் பெருந்துணை புரிந்துள்ளது. அது புதிய பயிற்று முறைகளைப் பற்றிய தகவல்களை அளிக்கின்றது; ஆசிரியர்கட்கும் கல்வித் துறை ஆட்சியாளர்கட்கும் இடையே ஆக்கமுறையில் கூட்டுறவினை மேம்பாடடையச் செய்கின்றது; பாடப்புத்தகங்களின் உற்பத்தியை முன்னேறச் செய்கின்றது. அன்றியும், அது பாடத் திட்டங்கட்கும், ஆய்கருவிகளை வழங்குவதிலும், பயன்படுத்த வேண்டிய பாடப்புத்தகங்கட்கும் பொறுப்பாக உள்ளது. எனவே, பாடத் திட்டத்தில் மாணக்கர்கட்குக் காட்டப்பெற வேண்டிய செயல் முறை விளக்கச் சோதனைகளின் முழுப் பட்டி, கலந்தாயப்பெறவேண்டிய தலைப்புக்கள், காட்டப்பெறவேண்டிய ஃபிலிம்கள், மேற்கொள்ளப்பெறவேண்டிய நோக்கத்துடன் செல்லும் பயணங்கள், தொழிற்சாலை சென்று காணல்

பற்றிய விவரங்கள் ஆகியவை அடங்கியிருக்கும். எல்லாப் பகுதிகளிலும் அமைக்கப்பெற்றுள்ள மண்டலப் பயிற்சி ஆய்வு நிலையங்கள் (Regional training institutes) பாடம் செல்திசைகள் (Courses), விரிவுரைகள், கருத்தரங்குகள் இவற்றை ஏற்பாடு செய்வதில் மன்றத்தின் வேலையில் துணைசெய்து வருகின்றன.

இப்பொழுது, 7 விருந்து 18 வயது முடிய கல்வி கட்டாயமாக இருந்து வருகின்றது; முதல் எட்டு ஆண்டுகள் எல்லா மாணுக்கர்களும் ஒரே அடிப்படை பாடச் செல்திசையைக் கொண்டுள்ளனர். பள்ளிகளில் ஆண், பெண்கள் கலந்து பயில்கின்றனர்; ஒவ்வொன்றிலும் வகுப்புக்களின் எண்ணிக்கை 30 க்கு மேல் போகக்கூடாது; ஆயினும், நடைமுறையில் அவை 24 க்குமேல் போவதில்லை. விருப்பப்படி செல்லும் நிலை ('Streaming') இங்கு இல்லை; எல்லா மாணுக்கர்களுமே இந்த அடிப்படைப் பாடச் செல்திசையைப் பயில்கின்றனர். இறுதி மூன்றுண்டுகளில் மாணுக்கர்கள் தத்தம் திறன்கட்குப் பொருந்தக்கூடிய பள்ளி வகையில் சேர்கின்றனர்.

உயிரியல்தான் கற்பிக்கப்படவேண்டிய முதல் அறிவியலாக இருந்து வருகின்றது; ஆனல் இறுதி மூன்றுண்டுகளில் அது பௌதிகத்திற்கு வழிவிட்டு விடுகின்றது. இந்நிலையிலுள்ள பாடத் திட்டத்தில் அணுவின் அமைப்பு, உட்கரு ஆற்றல், ஐசோடோப்புகள் (Isotopes), ஒளி பௌதிகம், மீஒலி இயல் (Supersonics), ஒளி-மின்சார விளைவு, அரை-கடத்திகள் (Semiconductors), மூவழி இருதிசை மின்னேட்டத்தில் வேலை முதலியவற்றில் உயர்வுறு செயல் அடங்கியுள்ளன. மாணுக்கர்களின் செய்முறை வேலைக்கும், நல்ல செயல் விளக்கச் சோதனைகட்கும் மிக்க அழுத்தம் (Emphasis) தரப்பெறுகின்றது. பெரும்பாலான பள்ளிகள் ஓர் ஆஸிலாஸ்கோப்பையும் (Oscilloscope), இருதிசை மின்னேட்டத்தைப் பயிற்றுவதற்குரிய ஆய் கருவிகளையும் பெற்றுள்ளன. மேலே குறிப்பிட்டதைப்போலவே, இந்த ஆய்கருவி மன்றத்திஞலேயே அளிக்கப்பெறுகின்றது; ஆகவே அது செயலுக்கு மிகப் பொருத்தமான வகையாக அமைந்து விடுகின்றது.

இங்குச் சட்டகமாகக் காட்டப்பெற்ற பாடத்திட்டம் மிகச் சிறு அளவினதே; ஆசிரியர்கள் தம்முடைய கருத்துக்களைப் பின்பற்றுவதற்கும் போதுமான காலம் தரப்பெறுகின்றது. பாடத்திட்டத்தின் உள்நோக்கம், ஆய்கருவியினைப் பற்றிய குறிப்புக்கள், அதன் முன்னேற்பாடு ஆகியவை யாவும் சாதாரணமாக இயற்கைத் திறம் குறைந்த ஆசிரியர்களாலும் எல்லா மாணுக்கர்களுமே போதுமான அளவு கற்பிக்கப்பெறுகின்றனர் என்பதை உறுதிசெய்து கொள்வதற்காகவேயாகும்.

கடந்த 40 ஆண்டுகளாக அறிவியல் பயிற்றலை நோக்கி எந்த அளவுக்குக் கொள்கை மாருத முயற்சி, மிகப் பெரிய ஆற்றல், வகைதுறை வளங்கள் ஆகியவை செலுத்தப்பெற்றுள்ளன என்பதை இந்தச் சுருக்கமான சட்டகம் காட்டுகின்றது. இதன் விளைவு இன்றைய சோவியத் அறிவியலின் ஒப்பற்ற நிலைமையில் தெரியவருகின்றது.

மேற்கோள்கள்:

Galkin, G. : *The training of scientists in the Soviet Union*

Kondakov, M. I. : *Education in the USSR.*

பின்னிணைப்பு - A

அறிவியல் ஆசிரிய நூலகத்து நூல்கள்

ஃபிரெஞ்சு நாடு

Anatomie végétale, by Bourceau. 3 volumes, Presses Universitaires de France.
Biologic végétale, by Cannefort, and Paniel. Doin
Cours de physique génèrale, by Bruhat. 4 volumes, Masson.
Cours de physique, by Lemoine and Guyot. 5 volumes, Bordas.
Cours de physique, by Moussa and Ponsonnet. 2 volumes, Desvignes.
Cours de physique, by Faivre, Dupaigre and Lamirand. 3 volumes, Masson.
Chimie génèrale, by Rumeau and Gallais. Delagrave.
Chimie génèrale, by Pascal. 4 volumes, Masson.
Cours de chimie, by Lamirand, Brunold and Pariselle. 4 volumes, Masson.
Chimie propédeutique, by Lombard. Gauthier-Villars.
Encyclopédie francaise : tome II : Physique, by Dubois. Larousse.
Flore complète, 120 fascicules et table, by Bonnier. Orlhac.
Géologie génèrale et pétrographie, by Theobald and Gama. Doin.
Manuel de paléontologie animale. Masson.
Manuel de paléontologie végétale. Masson.
Minèraux et les roches (Les), by Buttgenbach. Dunod.
Monde vivant (Le), by Gautière. 3 volumes, Béranger.
Morphologie et physiologie animales, by Bresse. Larousse.
Nouveau traité de chimie minèrale. 10 volumes parus, Masson.
Paléontologie, by Theobald and Gama. Doin.
Physique génèrale et experimentale, by Fleury and Mathieu. 6 volumes, Eyrolles.
Physique de base, by Llibantry. Masson.
Précis de biologie animale : PCB-Licence, by Aron and Grasse. Masson.
Précis de biologie végétaie : PCB, by Guilliermond and Mangenot. Masson.
Précis de géologie, by Moret. Masson.
Précis de minèralogie by Lapadu and Hargues. Masson.
Principes de géologie, by Fourmarier. 2 volumes, Masson.
Tableaux des minèraux des roches, by Christophe, Michel and Lévy. Éditions du CNRS.
Technique génèrale du laboratoire de physique, by Surugue. 3 volumes, Éditions du CNRS.
Traité de botanique (systématique), by Chadefaud and Emberger. 2 volumes, Masson.

சோவியத் சோஷலிசக் குடியரசு நாடுகள்

கீழ்க்கண்ட நூல்கள் ஆங்கிலத்தில் Foreign Languages Publishing House, 21 Zubovsky Boulevard, Moscow என்ற முகவரியில் கிடைக்கும்:

Archaeology in the USSR, by Mongait. £2 5s. (Survey ranging from stone-Age Russia to the middle Ages.)
Astronomy for entertainment, by Perelman. 7s. 6d.
Bees, by Khalifman. 7s. 6d. (Complete guide to bees and bee-keeping.)
Celestial mechanics, by Ryabov 7s. (Simplified explanation of the calculation of the movements of the heavenly bodies and earth satellites.)
Cerebal Cortex and the internal organs (The), by Bykov. £1 1s.
Control of communicable diseases in the USSR, by Zhdanov. 1s. 3d.
Cosmic rays, by Zhdanov. 6s.
Fundamentals of geology, by Obruchev. 12s. 6d.
General chemistry: a text book, by Glinka. 4s. 6d.

Geochemistry for everyone, by Fersman. 12s. 6d.
Life of the plant (The), by Timiryazev. 7s. 6d.
Origin of man (The), by Nesturkh. £1. 10s.
Pavlov: his life and work, by Asratyn. 3s. 6d.
Pavlov: selected works. 10s. 6d.
Sea bed (The), by Zenkovich. 4s. 6d.
Soviet medicine in the fight against mental diseases. 5s.
Sun (The), by Severney. 6s.
Textbook of physiology, by Bykov. £2 5s.
Theoretical physics, by Kompanyets. £1 17s. 6d.
Treory of the origin of the earth (A), by Schmidt. 4s. 6d.
Training of scientists in the Soviet Union (The), by Galkin. 6s.
Universe (The), by Oparin and Fesenkov. £1 17s. 6d. (Examintion of the possibility of life in neighbouring planets throughout the universe.)

ஒன்றுபட்ட அரசு

Alternating currents, by Dance, Savage and Ghey. John Murray. (Modern Science Memoirs.)
Atom and its energy (The), by Andrade. Nelson.
Dictionary of physics, by Gray. Longmans, Green.
Dictionary of science, by Uvarov and Chapman. Penguin Books.
Introduction to laboratory techniques, by Ansley. Macmillan.
Lecture experiments in chemistry, by Fowles. Bell.
Rural science aad school gardening, by Hilton, Batsford.
School experiments wiih alternating current, by Pearce. Bell.
School laboratory management, by Sutcliffe. John Murray.
Science books for the school library. Science Masters' Association. (Supplements are issued with the *School science review* and are available from the librarian. Price 6d. each.)
Science data, by Friend. Griffin.
Science master's book (The). (Experiments selected from the *School Science review*.)

வரிசை 1
- பகுதி 1 பௌதிகம்
- பகுதி 2 வேதியியலும் உயிரியலும்

வரிசை 2
- பகுதி 1 பௌதிகம்
- பகுதி 2 வேதியியலும் உயிரியலும்

வரிசை 3
- பகுதி 1 பௌதிகம்
- பகுதி 2 வேதியியல்
- பகுதி 3 உயிரியல்
- பகுதி 4 நவீன பள்ளிக்குரிய சோதனைகள்

வரிசை 4
- பகுதி 1 பௌதிகம்

Secondary modern science teaching. Parts I and II, by John Murray.
Simple experiments in biology, by Bibby. Heinemann.
Simple experiments with insects, by Kalmus. Heinemann.
Tables of physical and chemical constants, by Kaye and Laby. Longmans, Green.
Teaching of astronomy in schools (The), by Beet. Cambridge University press.
Teaching and learning of biology in secondary schools (The), by Green. Allman.
Teaching chemistry, by White. University of London Press.

Teaching chemistry (The), by Newbury. Heinemann.
Teaching of colour in elementary science courses (The), by Savage. John Murray. (Modern Science Memoirs.)
Teaching of science in Secondary schools (The). John Murray.
Teaching science to the ordinary pupil, by Laybourn and Bailey. University of London Press.

அடியிற் காணும் நூல்கள் வெப்ப நாடுகளில் அறிவியல் பயிற்றலுக்குரிய யுனெஸ்கோவின் சிறு புத்தகங்களின் வரிசையில் காணப்பெறுகின்றன.

Teaching of science in tropical primary schools (The), by Joseph. Oxford University Press.
Teaching of general science in tropical secondary schools (The), by Saunders. Oxford University Press.
Teaching of physics in tropical secondary schools (The), by Boulind. Oxford University Press.
Teaching of Chemistry in tropical secondary schools (The), by Newbury. Oxford University Press.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்

Animals without backbones, by Buchsbaum. University of Chicago Press.
Biology investigations, by Oho, Blanc and Towle. Henry Holt and Co.
Chemistry, by Sienko and Plane. McGraw Hill Book Co.
College zoology, by Hegner and Stiles Macmillan.
Condensed chemical dictionary, by Rose and Rose. Reinhold Publishing Co.
Demonstration experiments in physics, by Sutton. McGraw Hill Book Co.
Fundamentals of microbiology, by Frobisher. W. B. Saunders Co.
General chemistry, by Pauling. W. L. Freeman and Co.
Hand book of chemistry and physics. 42nd edition. Chemical Rubber Co.
Introduction to concepts and theories of physical science, by Holton. Addison-Wesley Publishing Co.
Laboratory and field studies in biology, by Lawson. Holt, Rinehart and Winston.
Laboratory exercises in animal biology, by Braungart. C. V. Mosby Co.
Laboratory introduction to chemistry, by Weaver and Weaver. McGraw Hill Book Co.
Machinery of the body, by Carlsen, Apton and Johnson. University of Chicago Press.
Matter and light, by L. de Broglie. Dover.
Organic chemistry, by Morrison and Boyd. Allyn and Bacon.
Physical chemistry, by Daniels and Alberty. John Wiley and Sons.
Physics, by the Physical Sciences Study Committe. Educational Services Inc.
Physics in your school, by the American Institute of Physics. McGraw Hill Book Co.
Plant physiology, by Meyer and Anderson. Van Nostrand Co.
Plant world (The), by Fuller. Halt, Reinhart and Winston.
Saturday science by Blumle. E. P. Dutton and Co.
Science education for the elementary school teacher, by Tannheim. Ginn and Co.
Science teaching in secondary schools, by Richardson. Prentice-Hall.
'Scientific-American' book of project for the amateur seientist, by Strong. Simon and Shuster.
Scientific experiments in chemistry, by De Bruyne, Kirk and Beers. Henry Holt Co.
Semi-micro chemistry, by De Bruyne, Kirk and Beers. Henry Holt Co.
Source book for the biological science, by Marholt, Evelyn and others. Harcourt Brace.
Source book for physical science, by Moreholt. Harcourt, Brace and World.
Textbook of physiology, by Zoethout and Tuttle. C. V. Mosby Co.
Universe and Dr. Einstein (The), by Barnett. New American.
Van Nostrand's scientific encyclopedia. D. Van Nostrand Co.

அறிவியல் பயிற்றலுக்கும் அறிவியல் கழக நூலகங்களுக்கும் உரிய பருவ வெளியீடுகள்

ஆஸ்திரேலியா

Australian journal of science, Six issues per year, 25s. The Australian and New Zealand Association for the Advancement of Science, Science House, 157 Gloucester Street. Sydney.
Australian science teachers' journal, 1s. per issue. 156 Pelham Street, Melbourne, N.3.
Science education news. Science Teachers' Association of New South Wales, Box 3328 PP, GPO Sydney.
Science Teachers' Association of Queensland's newsletter. Mr. F. T. Barrell, The Cavendish Road High School, Holland Park, Brisbane.

ஆஸ்திரியா

Natur und Technik, monthly. Wien VII. Burggasse 28-32.
Der Osterreichische Schulfunk, monthly. Prof. Franz Gregora, Wien IV, Argentinierstrasse (Funkhaus).
Universum Natur und Technik, fortnightly, DM 0.90 per copy. R. Spies and Co., Wien V, Straussengasse 16.

பெல்ஜியம்

Bulletin, International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, 31 rue Vautier, Brussels.
Ciel et terre, 25 frs per copy. Av. Circulaire 3, Uccle, Brussels.
Dia-Revue: enseignement et vulgarisation des sciences par la diapositive et la Photo, bimonthly. 125 Belgian francs per annum, 17 Belle-Voie, Wavre.

பிரேஸில்

Matemática, Tècnica e Ciêcia, monthly. Praia de Botafogo 244-A, 1° ander-Rio de Janeiro.

கனடா

Canadian nature, bimonthly, 35 cents per copy. Audubon Society of Canada, 177 Jarvis Street, Toronto 2, Ontario.

இலங்கை

Young scientist, 3 issues, Rs. 1.90 Gotami Rd., Colombo 8.

செக்கோசுலோவேக்கியா

Ochrana Prirody (nature study), bimonthly, 47 Kcs. Praha II, Ostrovini ul c 30.

டென்மார்க்கு

Naturviden-Ungdommens naturvidenskabelige forening, Denmarks tekniske Hojskole, Oster Voldgade 10 N, Kobenhavn K.

ஃபின்லாந்து

Maatalouskerho-neuvoja (4-H Club), Bulevadi 28, Helsinki.
Molekyyli, Postilokero 252, Helsinki.

ஃபிரெஞ்சு நாடு

Air et l'espace (L'), monthly, year's subscription 27 NF ; 2.50 NF per copy. 51, avenue des Ternes, Paris-17e

Atomes, monthly, year's subscription 21 NF ; 1.80 NF per copy. 4, place de l'Odéon, Pairs-6e

Bulletin du Musée national d'histoire naturelle, bimonthly, year's subscription 20 NF ; 2.50NF per copy. 57, rue Cuvier, Paris-5e

Electricien, monthly, year's subscription 18 NF; 1.80 NF per copy. Libraire Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris-6e

Energie nucléaire, monthly, year's subscription 53 NF. 28, rue Saint-Dominique, Paris 7e.

Enseignement des sciences, five issues per year, year's subscription 12 NF. Librairie Hermann, 115s boulevard Saint-Germain, Paris-6e

Humanités scientifiques, monthly, year's subscriqtion 22 NF. Librairie Hatier, 59, boulevard Raspail, Paris-6e.

Information scientifique, monthly, year's subscription 19 NF. Librairie Baillière, 19, rue Hautefeuille, Paris-6e.

Ingénieurs et techniciens, monthly, year's subscription 25 NF ; 2.50 NF per copy. 30, rue Tronchet, Paris-9e.

Naturalia, monthly, year's subscription 25 NF ; 2 NF per copy. 122, rue des Rosiers, Saint-Ouen (Seine).

Mathématiques élémentaires, monthly, year's subscription 10 NF . Librairie Vuiburt, 63, boulevard Saint-Germain, Paris-5e.

Nature (La), monthly, year's subscription 33 NF.; 2.80 NF per copy. 92, rue Bonaparte, Paris-6e.

Nucleus, monthly, year's subscription 45 NF. Librairie Dunod, 92. rue Bonaparte. Paris-6e.

Oiseaux de France, quarterly, 2 NF per copy. 129, boulevard Saint-Germain, Paris-6e.

Radio et TV, monthly, year's subscription 17 NF ; 1.80 NF per copy. Editions Chiron, 40, rue de Seine, Paris-6e.

Revue du son (Arts et techniques sonores), 2.50 NF per copy. Editions Chiron, 40, rue de Seine, Paris-6e.

Science et nature, bimonthly, year's subscription 18 NF ; 2.80NF per copy, 12 *bis*, place Henri-Bergson' Paris-8e.

Sciences et avenir, monthly, year's subscription 18 NF ; 1.50 NF per copy. 14, rue de la Baume, Paris-8e.

Terre des jeunes, monthly, year's subscription 9 NF; 0.70 NF per copy. 5, rue Palatine, Paris-6e.

செருமானியக் குடியரசு

Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, Volksdorf, Wiesenhofen 7.

Hobby, Das Magazin der Technik, Stuttgart-W, Paulinenstr. 44.

Kosmos, Monatsschrift für Naturfreunde, Stuttgart-O, Pfizerstr. 5/7.

Lupe, Dieter Koenig, Premervörde, Zevenerstr. 3.

Naturwissenschaftliche Rundschau, quarterly, DM 4.80, Stuttgart, Tubingen Str. 53.

Orion, Naturwisensehaftliche Zeitschrift fur jedermann, Murnau/München, Seidlpark.

Schulfunk, Hessischer Rundfunk, mothly, Prof. Gottfried Hausmann, Frankfurt am Main, Liebfrauenberg 37.

Die Umschau in Wissenschaft und Technik, fortnightly, DM 42, Frankfurt am Main, Stuttgarter Str. 20/22.

கானா

Bulletin of the Ghana Association of Science Teachers, J. K. Lamptey (Eidtor), Fijai Secondary School, Sekondi.

இந்தோனேஷியா

Mimbar teruma, monthly, Djl. Karangtinggal 23, Pos Hegarmanaah, Bandung.

Pengantar Pengetahuan, monthly, Jajasan Pendidikan Masjarakat, Djl. Karangtinggal 23 Pos Hegarmanah, Bandung.

இத்தாலி

Scienza e lavoro, monthly, 1,500 lire, La Scuola, Brescia.

ஜப்பான்

Bulletin of the National Science Museum, monthly. Ueno Park, Tokyo.

நெதர்லாந்து

Amoeba, N.J,N., monthly. Aart van Rossum, Sassenheimstraat 49 I, Amsterdam W.
Hobby Club, quarterly, F.5. Van Miereveldstraat 1, Amasterdam Z.
Natuur en Landschap, quarterly, F.5. Herengracht 540, Amsterdam C.

நியூஸிலாந்து

Science review, monthly, 25s. G.P.O. Box 3001, Wellington.

ஸ்பெயின்

Aldea—Revista para la juventud del campo, monthly, 2.50 pesetas per copy. Alcala, 446°Madrid.
Matualidadesy cotos escolares de previsiön, monthly, 2 pesetas per copy. Manuel Silvela 4, Madrid.

ஸ்விடன்

Fältbiologen, 4 Kr., Riddargatan, Stockholm O.

சுவிட்சர்லாந்து

Jeunesse magazine, monthly, 6 frs. Jordils 5, Lausanne.
Jugend Woche, monthly. Jenatschstrasse 4, Zurich 2.
Leben und Umwelt, monthly, 5.20 frs. Oberalpstrasse 13, Basel.
Lehrerzeitung, weekly. Zurich 4, Stauffacherquai 36.

தாய்லாந்து

Science, monthly, 30 bahts. Science Society of Thailand, Physics Building, Chulalongkorn University, Bangkok.

சோவியத் சோஷலிஸ்டிக் குடியரசு நாடுகள்

The following periodicals are obtainable from Mezhduharodnaja Kniga, Moscow, G-200. at the annual subscription rate indicated ;

Pedagogtcal

Biology in school, bimonthly, 18s.
Chemistry in school, bimonthly, 18s.
Information bulletin oJ higher and specialized education, monthly, 18s.
Physics in school, bimonthly, 18s.
School and industry, monthly, 1£ 2s.
Teacher's gazette, 156 issues per year. £1 5s.

Scientific

Astronomical journal, bimonthly, £5 15s.
Atomic energy, monthly, £5 16s.
Biochemistry, bimonthly, £5.
Biophysics, bimonthly, £4 7s.

Journal of acoustics, quarterly, £2 6s.
Journal of botany, monthly, £10 16s.
Journal of scientific and applied photography and cinematography, bimonthly, £2 14s.
Radio and electronics abstracts, 24 issues per year, £4 13s.

Bulletins of higher schools (*Ministry of Higher and Specialized Secondary Education*).

Colloids, bimonthly, £3 16s.
Crystallography, bimonthly, £5 7s.
Instruments and techniques of experiments, bimonthly, £5 7s.
Physics, bimonthly. £3 15s.
Raidophysics, bimonthly, £3 16s.

Magazines for the young

Science and life, monthly, £1 2s.
Young naturalist, monthly, 12s.
Young technician, monthly, £1 7s. (With supplement *For skilful hands*.)

ஒன்றுபட்ட அரசு

Advancement of science, quarterly, 7s. 6d. per copy. British Association, 18 John Adam Street, London, W.C.2.
Aeromodeller, monthly, 2s. per copy. Argus Press, 1-10 Temple Avenue, London, E.C.4.
Atom, monthly, Information bulletin of the UK Atomic Energy Authority, 11 Charles II Street, London, S.W.1.
Bird notes, quarterly, 2s. per copy. 25 Eccleston Square, London, S.W.1. (Journal of the Royal Society for the Protection of Birds.)
British trade alphabet, yearly. Lofthouse, Wakefield, Yorkshire.
Bulletin of amateur entomologists, monthly, 1s. 3d. per copy. 3 Salcombe Drive, Morden, Surrey.
Contemporary physics, bimonthly, 5s. per copy. Taylor and Francis, Red Lion Court, London, E.C.4.
Discovery, monthly, 2s.6d. per copy. Jarrold and Sons, Norwich.
Endeavour, quarterly, Imperial Chemical Industries, Millbank, London, S.W.1.
Farming, monthly, year's subscription, 19s. Jarrold and Sons, Norwich.
Journal of the East Kent Science Teachers' Association, 1s.3d. (Post free). Miss C. E. Groves, Glebe Corner Cottage, St. Martin's Hill, Canterbury.
Journal of the Royal Society of Arts, monthly, 5s. per copy. 6 John Adam Street, London, W.C.2.
London science teacher, quarterly, 2s. 6d. per copy. H. E.Knock, Esq., 17 Salcombe Gardens, North Side, London, S.W.4. (Journal of the London Science Teachers' Association.)
Meccano magazine, monthly, 1s. per copy. Meccano, Binns Rd., Liverpool, 13.
Model aircraft, weekly, 1s.6d. per copy. Percival Marshall, 19-20 Noles Street, London, W.1.
Model engineer, weekly, 1s. per copy. Percival Marshall, 19-20 Noles Street, London, W.1.
Mond magazine, monthly. The Mond Nickel Co., Thames House, Millbank, London, S.W.1.
Model railway news, monthly, 2s. per copy. Percival Marshall, 19-20, Noels Street, London W.1.
Nature, weekly, 2s. 6d. per copy. Macmillan and Co., St. Martins' Lane, London, W.C.2.
New era in home and school, year's subscription (10 issues), £1. 1 Park Crescent, London, W.1.
New scientist, weekly, 1s. per copy. Cromwell House, Fulwood Place, High Holborn, London, W.C.1.
Observatory, Royal Observatory, Greenwich, London, S.E.10.
Practical mechanics, monthly, 1s.6d. per copy. George Newnes, Tower House, Southampton Street, London, W.C.2.
Practical wireless, monthly, 1s. per copy. George Newnes, Tower house, Southampton Street London, W. C.2.
Proceedings of the Royal Institute, quarterly, 8s. 6d. per copy. 21 Albemarle Street, London, W.1.
Railway magazine, bimonthly, 2s.6d. per copy. 33 Tothill Street, London, S.W.1.
School nature study, quarterly, 3s. 6d. per copy. 5 Dartmouth Chambers, Theobalds Road, London, W.C.1.
School nature study union, 1s. per copy. 23 Crystal Palace Road, East Dulwich, London, S.E.2

School science review, 3 issues per year, 12s. 6d. per copy. 52 Bateman Street, Cambridge.
Science club, fortnightly, year's subscription £1. 2s. 6d. Junior Clubs Publications, 5 St.James Street, London, W.C·1.
Science Museum bulletin. Science Museum, South Kensington, London, S.W.7.
Scientific film, bimonthly, 3s. 6d. per copy. 55a Welbeck Street, London, W.1. (Journal of the Scientific Films Association.)
Science progress, quarterly, year's subscription £2 12s. Edward Arnold, 41 Maddox Street, London, W.C.1.
Science teacher, fortnightly, year's subscription 5s. Junior Clubs Publications, 5 St. James Street, London, W.C.1.
Short wave magazine, monthly, year's subscription £1 13s. 55 Victoria Street, London, S.W.1.
Space flight, monthly, 3s. 6d. per copy. 3 Cork Street, London, W.1.
Technology, weekly, 1s. per copy. The Times, Printing House Square London, E.C.4.
Times science review, quarterly, 1s. per copy. The Times, Printing House Square, London, E.C.4.
Trains illustrated, monthly, 2s. per copy. Ian Allen, Hampton Court, Surrey.
Trees, quarterly 2s. 6d. per copy. The Men of Trees, Stansted Park Estate Office, Rowlands Castle, Hants.
World science review, 2s. 6d. per copy. 11 Eaton Place, London, S.W.1.

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள்

American biology teacher, monthly (Oct-May), $6 (abroad $6.75). National Association of Biology Teachers, P.Webster, Bryan City Schools, Bryan, Ohio, *or* Herman C. Kranzer, College of Education, Temple University, Philadelphia 22, Pa.
American journal of physics, monthly, (Sep-May), $10. American Association of Physics Teachers, American Institute of Physics, 335 East 45th Street, New York 17, N.Y.
Audubon junior membership leaflet. National Audubon Society, 1130 Fifth Avenue, New York 28, N.Y:
Bausch and Lomb focus. Bausch and Lomb. Rochester 2, N.Y.
Bi-weekly newsletter. US National Commission for Unesco, Department of State, Washington 25, D.C.
Chemical and engineering news, weekly, $6 (abroad $20). American Chemical Society, 1155 16th Street, N.W. Washington, D.C.
Film news, bimonthly, $4 (abroad $5). West 40th Street, New York 18, N.Y.
Geographic school bulletins, 30 issues per year, $2 (USA), $2.25 (Canada), $2.50 (elsewhere). National Geographic Society, Washington 6, D.C.
Illinois Junior Academy of Science year book , Illinois State Academy of Science, Donald G. Hopkins, State Chairman of the Junior Academy, Carl Sandburg High school, Orland Park, Ill.
Industrial research newsletter, monthly. Armon. Research Foundation of Illinois, Instittue of Technology, Technology Center, Chicago 16, Ill.
Journal of chemical education, monthly, $4 (Abroad $5). American Chemical Society, Division of Chemical Education, American Chemical Society, 20th and Northampton Streets, Easton, Pa.
Laboratory, Fisher Scientfic Co., 711 Forbes Avenue, Pittsburgh 19, Pa.
Metropolitan Detroit science review, quarterly, $2. Metropolitan Detroit Science Club, 14709 Wilfred, Detroit 13 Mich.
Monsanto magazine. 800 North Lindberg Boulevard, St. Louis 66, Mo.
Physics today, monthly, $4 (abroad $5) . American Instittue of Physics, 335 East 45th Street, New York 17, N.Y.
SCA sponsor handbook, *Science projects handbook*, etc. Science Clubs of America 1719 N Street, N.W. Washington 6, D.C.
School science and mathematics, monthly (Oct-June), $6 (abroad $6.50). Central Association of Science and Mathematics Teachers, P.O. Box 108, Bluffton, Ohio. (Journal for all science and mathematics teachers.)

Science, weekly, $8.50. American Association for the Advancement of Science, 1515 Massachusetts Avenue, N.W., Washington 5, D.C.

Science counselor; quarterly. Duquesne University Press, Pittsburgh 19, Pa.

Science digest, monthly, $3.50 (abroad $4.50). 200 East Ontario Street, Chicago 11; Ill.

Science education, 5 issues per year, $5 (abroad $6). National Association for Research in Science Teaching, Council of Elementry Science International, C.M Pruitt, University of Tampa, Tampa, Fla.

Science newsletter, weekly, $5.50. Science Service, 1719 'N' Street, N.W. Washington 6, D.C. (Weekly summary of current science.)

Science on the march (formerly *Hobbies*), 5 issues per year, year's subscription $1, $0.25 per copy. Buffalo Museum of Science, Humboldt Park, Buffalo 11, N.Y.

Science teacher, 8 issues per year, $6. National Science Teacher's Association, 1201 16th Street N.W., Washington 6, D.C.

Science world, biweekly, $1.50. Scholastic Magazine, 33 West 42nd Street, New York 36, N.Y.

Scientific American, monthly, $6. 415 Madison Avenue, New York 17 N.Y.

Sky and telescope, monthly, $5 (abroad $7). Sky Publishing Corporation, Harvard College Observatory, Cambridge 38, Mass.

Sponsor's guide book, $5 (inc. annual supplement services). Future Scientists of America, NSTA, 1201 Sixteenth Street, N.W., Washington 6, D.C.

Weatherwise, bimonthly, $4. American Meteorological Society, 45 Beacom Street, Boston 8 Mass.

Welch. 1515 Sedgwick Street, Chicago 10, Ill.

ஐநாகஅபஅ[1]

Education abstracts, monthly, year's subscription $2 *or* 10s. *or* 6NF; $ 0.25 *or* 1s.3d. *or* 0.75NF per copy.

Impact of sciene on society, quarterly, year's subscription $1.75 *or* 9s. 6d. *or* 4.50 NF ; $0.50 *or* 2s. 6d. 1.25 NF per copy.

International journal of adult and youth education (formerly *Fundamental and adult education*), quarterly, year's subscription $1.50. *or* 7s. 6d. *or* 4.50 NF ; $0.50 *or* 2s. 3d. or 1.25 NF per copy.

Museum, quarterly, year's subscription $6.50. or £1 12. 6d. *or* 20NF; $2 *or* 10s. *or* 6 NF per copy.

Unesco Courier, monthly, year's subscription $3 *or* 10s *or* 7 NF ; $0.30 *or* 1s. *or* 3.70 No qer copy.

[1]Place de Fontenoy, Paris-7e. பெரும்பான்மையான நாடுகளில் ஐநாகஅபக-வின் தேசிய வினியோகிப்பவர்களிடமிருந்தும் படிகள் கிடைக்கும்.

பின்னிணைப்பு - C

பாறைகளும் தாதுப் பொருள்களும்

ஒரு கனிப் பொருள் (Mineral) என்பது இயற்கையில் கிடைக்கும் ஒரு கரிம மில்லாப்[1] 'பொருளாகும்; அது கிட்டத்தட்ட மாறாத வேதியல் சேர்க்கை வீதத்தையும் (Composition) ஏறக்குறைய திட்டமான பௌதிகச் சிறப்பியல்புகளையும் பெற்றுள்ளது.

ஒரு கனிமம் (Ore) என்பது ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட உலோகங்களைக் கொண்டுள்ள, சுரங்க வேலையை இலாபகரமாக்கக் கூடிய, ஒரு பாறை அல்லது கனிப் பொருளாகும். கனிமங்களில் உலோகத்தின் அளவு பேரளவில் மாறுபடுகின்றது. சில இரும்பு, காரீயக் கனிமங்கள் 50லிருந்து 75 சதவீதம் வரையில் உலோகத்தைக் கொண்டுள்ளன. ஆயினும், ஒரு டன் பாறைக்கு ஓர் அவுன்சு வீதம் தங்கம் கிடைக்கக்கூடிய பாறையும் நல்ல தங்கக் கனிமமாகக் கருதப்பெறுகின்றது. உலோகங்கள் இயற்கையில் அப்படியே கிடைப்பது மிகவும் அருமை. பல விலையுயர்ந்த கனிமங்கள் ஆக்ஸைடுகளாகவும், சல்ஃபைடுகளாகவும், கார்பனேட்டுகளாகவும் கிடைக்கின்றன.

கனிப்பொருள்களை அடையாளங் காணல் :

ஒரு சில பண்புகள் அல்லது சிறப்பியல்புகளைக் கொண்டு ஒரு கனிப் பொருள் அடையாளங் காணப்பெறலாம். சில கனிப் பொருள்கள் எளிதாக அடையாளங் காணப்பெறுகின்றன; மற்றவற்றிற்கு கவனமான சோதனையும் பெரும்பாலும் வேதியியல் பகுப்பும் தேவைப்படுகின்றன. கனிப் பொருள்களின் பண்புகள் பின்வருமாறு:

1. சில கனிப் பொருள்களின் நிறம் மிகத் தெளிவாக உள்ளது. எடுத்துக்காட்டாக, அஸுரைட்டு ஆழ்ந்த நீல நிறத்தைப் பெற்றுள்ளது. எனினும், படிகக்கல் (Quartz) போன்ற வேறு சில கனிப் பொருள்கள் பல நிறங்களில் தோன்றுகின்றன.

2. ஒரு கனிப் பொருளின் கீற்று என்பது அது வழுவழுப்பாகச் செய்யப் பெறாத பீங்கானின்மீது தோன்றும் ஓர் அடையாளத்தின் நிறமாகும். எடுத்துக்காட்டுகள்; பென்சில் கரி கறுப்பாகவும், ஹெமடைட் செவ்விய கபில நிறமாகவும், மாலச்சைட்டு இளம் பச்சையாகவும் இருக்கும்.

3. சில கனிப் பொருள்கள் உடையும் பொழுது மழமழப்பான மட்டதள மேற்பரப்புக்கள் உண்டாக்கப்பெறுகின்றன. இது பிளவு என வழங்கப்பெறும். எடுத்துக்காட்டாக, கலினா (Galena) மூன்று மட்டதளங்களாகப் பிளவுறுகின்றன. இந்தத் தளங்கள் ஒன்றற்கொன்று செங்கோணங்களிலுள்ளன; ஆகவே ஒரு கலினாத் துண்டு பல கன சதுரங்களாக உடைக்கப்பெறலாம்.

4. ஒரு கனிப் பொருளின் பளபளப்பு என்பது அதன் மேற்பரப்பின் ஒளித் திருப்பப் பண்புகளின் தனித்தன்மை பாதிக்கப்பெறுவதற்கேற்பக் காணப்பெறும் அதன் தோற்றம் ஆகும். பல கனிமங்கள் உலோகம் போன்ற பளபளப்பினைப் பெற்றுள்ளன. வயிரம் சுடர்விடும் பளபளப்பைப் பெற்றுள்ளது; அது 'வயிர ஒளி' (Adamantine) என்றே வழங்கப்பெறுகின்றது. கல்நாரின் முக்கிய மூலப் பொருளாகிய கிரிசோடைல் பட்டு போன்ற பளபளப்பினைப் பெற்றுள்ளது; காலின் (Kaolin) என்ற ஒரு வகைக் கெட்டிக் களிமண் ஒரு மங்கலான பளபளப்பினைக் கொண்டுள்ளது.

5. கனிப் பொருள்களின் உறுதித் தன்மை 1 லிருந்து 10 வரையிலுமுள்ளது. விரல் நகத்

---

[1] நிலக்கரியும் பெட்ரோலியமும் முதலில் கரிமப் பொருளாக இருந்தவற்றிடமிருந்து வருவிக்கப்பெறுகின்றன; ஆனால், காலப் போக்கில் மிக அதிகமான மாற்றமடைந்து விட்டமையால், இன்று அவை தாதுப் பொருள் உலகத்தைச் சார்ந்தவையாகக் கருதப்பெறுகின்றன. அவை எப்பொழுதும் 'தாது எரிபொருள்' என்றே வழங்கப்பெறுகின்றன.

தால் எளிதில் பிருண்டப் பெறக்கூடிய சீமைச் சுண்ணும்புக்கல்லின் (Talc) உறுதித் தன்மை 1 ஆகும். இத் தன்மைக்கு எதிர் எல்லைக் கோடியின் தன்மைக்கு அறிகுறியாக இருப்பது வயிரமாகும்; இதுகாறும் அறியப்பெற்றுள்ளவற்றில் மிகக் கடினமான இப் பொருளின் உறுதித் தன்மை 10 ஆகும். விரல் நகத்தின் உறுதித் தன்மை கிட்டத்தட்ட $2\frac{1}{2}$யும், கத்தி வாளின் உறுதித் தன்மை கிட்டத்தட்ட $5\frac{1}{2}$யும் ஆகும். ஒரு மாதிரிப் பொருளின் உறுதித் தன்மை அடியிற் காணப்பெறும் தரப் படுத்திய கனிப் பொருள் வரிசையிலுள்ளவற்றுடன் ஒப்பீடு செய்யப்பெற்று அறுதியிடப் பெறுகின்றது. உறுதித் தன்மையைச் சோதிப்பதில் மிக்க கவனம் வேண்டும். ஒரு கனிப் பொருள் மற்றொன்றைக் கீறினுல், அக் கீற்று துடைக்கப்பெற முடியாது. அது துடைக்கப் பெறக் கூடியதாக இருப்பின், அது மெல்லிய கனிப் பொருளின் பொடி வன்மையான கனிப் பொருளின்மீது படிந்துள்ளது என்பதையும், எந்த விதமான கீற்றும் உண்டாகவில்லை என்பதையும் காட்டுகின்றது.

1. சீமைச் சுண்ணும்புக் கல்
2. ஜிப்சம் (சுண்ணும்பு சல்ஃபேட்)
3. கால்சைட்
4. ஃப்ளோரைட்
5. அபேடைட்
6. ஆர்த்தோ கிளேஸ் ஃபெல்ஸ்பார்
7. படிகக்கல் (Quartz)
8. டோபேஸ் (Topaze)
9. குருந்தக்கல் (Corundum)
10. வயிரம்

6. அடர்த்தி எண் என்பது ஒரு கன சென்டி மீட்டர் அளவுள்ள (அல்லது வேறு பரிமாண அளவு) ஒரு பொருளுக்கும் ஒரு கன சென்டி மீட்டர் நீருக்கும் உள்ள எடை விகிதத்தைக் குறிக்கின்றது. ஒரு கன சென்டி மீட்டர் அளவு ஸ்ஃபேலரைட் (துத்தநாகக் கனிமம்) 1 கன சென்டி மீட்டர் நீரைப்போல் 4 மடங்கு எடை இருப்பின், ஸ்ஃபேலரைட்டின் அடர்த்தி எண் 4 ஆகும். பெரும்பான்மையான கனிப் பொருள்களின் அடர்த்தி எண் 2க்கும் 4க்கும் இடைப் பட்டதாக உள்ளது. திரவ நிலையிலுள்ள பெட்ரோலியம் நீரில் மிதப்பதால் அது 1ஐவிடக் குறைந்த அடர்த்தி எண் எனக் கொண்டுள்ளது. தூய்மையான தங்கத்தின் அடர்த்தி எண் 19.

7. அமிலத்தில் நுரைத்தெழல் சில கனிப் பொருள்களின் ஒரு பண்பாக அமைந்துள்ளது. ஒரு சுண்ணும்புக் கல், சலவைக் கல் அல்லது கால்சைட்டின் மீது ஒரு துளி ஹைட்ரோ குளோரிக் அமிலம் விடப்பெற்றுல் வாயுக் குமிழிகள் வெளிப்பட்டுக்கொண்டு ஒரு வேதியியல் எதிர்வினை விளையும். இதுதான் நுரைத்தெழல் (Effervescence) என்பது. இந்தப் பண்பினைக் கொண்டதாக அறியப்பெற்றுள்ள சில கனிப் பொருள்கட்டு இது ஒரு சோதனையாகப் பயன்படுத்தப் பெறுதல் கூடும்.

8. கனிப் பொருள்களின் படிக அமைப்பு பெரிய அளவில் வேறுபடுகின்றது. நான்கு படிக அமைப்புக்கள் மட்டிலுமே ஈண்டுக் கூறப் பெறும்: கலினு, ஹேலைட்டு (சோற்றுப்பு) இவற்றுல் குறிக்கப்பெறும் கன சதுரப்படிகம்; படிகக் கல்லால் குறிக்கப்பெறும் அறு கோணப் படிகம்; பைரைட், வைரம் இவற்றுல் குறிக்கப் பெறும் எண் முகப்படிகம்; கால்சைட்டால் குறிக்கப்பெறும் சாய் சதுர முகப் படிகம்.

பாறை வகைகள் :

சில பாறைகள் கிட்டத்தட்ட முழுவதும் ஒரே கனிப் பொருளால் சேர்ந்து அமைந்தனவாக இருப்பினும் பாறை என்பது இரண்டு அல்லது இரண்டற்கு மேற்பட்ட கனிப் பொருளின் சேர்க்கை என்றே வரையறுக்கப்பெறுகின்றது. கருங்கல் முக்கியமாக படிகக்கல், ஃபெல்ஸ்பார், அப்பிரகம் என்ற மூன்று கனிப் பொருள்களால் சேர்ந்தமைந்தது. ஆனுல், மணற் கல்லும் குவார்ட்சைட்டுக் கல்லும் (Quartzite) பெரும்பாலும் படிகக் கல்லாலானவை; சுண்ணும்புக் கல்லும் சலவைக் கல்லும் பெரும்பாலும் கால்சைட் சேர்ந்தமைந்தவை. கனிப் பொருள்கள் யாவும் திட்டமான வேதியியல் சேர்க்கை வீதத்தையுடையவை என்பதும், ஆனுல் பாறைகள் அத்தகைய வீதத்துடன் அமையவில்லை என்பதும் நினைவிலிருத்துதல் மிகவும் முக்கியமாகும்.

தீப்பாறைகள் படிவுப் பாறைகள் அல்லது மாற்றுருவப் பாறைகள் என்று இனப் படுத்தப்பெற்றுள்ளன.

உருகிய பாறை குளிர்ந்து கெட்டியாகும் பொழுது தீப்பாறைகள் உண்டாக்கப்பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுக்கள் :

1. கருங்கல் : சிவப்பு அல்லது சாம்பல் நிறமுள்ளது; முக்கியமாக படிகக்கல், ஃபெல்ஸ்பார், அபிரகம் இவை சேர்ந்தமைந்தது; வெவ்வேறு கனிப் பொருள்களின் படிகங்கள் புலனுவதாலேயே புள்ளியிட்ட தோற்றத்தைக் கொண்டுள்ளது.

2. எரிமலைப் பாறை (Basalt): இருண்ட பச்சை கலந்த கறுப்பு நிறமுடையது; சில சமயம் இதில் காணப்பெறும் சிறிய குறிகள் ஒருகால் நீராவியால் உண்டாக்கப் பெற்றவையாகும்; சாதாரணமாகக் காணப்பெறுவது உறைந்த எரிமலைக் குழம்பாகும்.

3. பளிங்குப் பாறை (Obsidian) : எரிமலைக் கண்ணுடி; கறுப்பு, கபிலநிறம், பச்சை முதலிய நிறங்களைக் கொண்டது.

4. நுரைக்கல் (Pumice stone): வெண்மையிலிருந்து சாம்பல் நிறம் வரை உள்ளது; நுண் துளை நிறைந்தது; நீரில் மிதக்கின்றது.

5. நிலக்கரிக் கல் (Scoria) : கறுப்பு, சாம்பல் இருண்ட சிவப்பு நிறமுடையது; நிலக்கரிச் சாம்பலை ஒத்துள்ளது.

நீரினுல் படியச் செய்யப்பெறும் வண்டலால் படிவுப் பாறைகள் உண்டாக்கப்பெறுகின்றன. எடுத்துக்காட்டுக்கள் :

1. சுண்ணும்புக் கல்: வெண்மையிலிருந்து சாம்பல் நிறம் வரை உள்ளது; பெரும்பாலும் கால்சைட்டு சேர்ந்தமைந்தது; பெரும்பான்மையாக இது பல கடற் பிராணிகளின் தொல்லுயிர்ப்பதிவுகளைக் (Fossils) கொண்டது; அமிலத்தில் நுரைக்கின்றது; லைமோனைட்டால் (Iron-oxide) இது மஞ்சள்-கபில நிறமாக்கப்பெற்றிருக்கலாம்.

2. மணற்கல் : கபிலநிறம் அல்லது சிவப்பு நிறமுடையது; பெரும்பாலும் படிகக் கல்லாலானது; மணல் துகள்கள் கண்ணுக்குப் புலனுகின்றன,

3. களிமண் பாங்கான பாறை (Shale) : இருண்ட சாம்பல், கறுப்பு, சிவப்பு நிறங்களையுடையது; சாதாரணமாக இது நடைமுறையில் மெல்லிய அடுக்குகளாக உடைக்கப்பெறுதல்கூடும்; ஈரமாக இருக்கும்பொழுது களிமண் மணத்தையுடையது; எண்ணெய்க் களிமண் பாங்கான பாறை கறுப்பாக இருக்கும்.

4. புகைமலி நிலக்கரி (Bituminous coal) : கறுப்பு நிறமுடையது; கார்பன், கார்பன் சேர்க்கைப் பொருள்கள் இவை சேர்ந்தமைந்தவை; கெட்டியான களிமண் பாங்கான பாறை போன்ற மாசுக்களைக் கொண்டிருக்கலாம்.

5. கலப்புப் பாறை (Conglomerate) : உருண்டையான கூழாங்கற்கள் ஒன்ருக இணையப் பெற்றிருக்கும்.

மாற்றுருவப் பாறைகள் வேறு வகைகளாகும். அவை அமுக்கத்தாலும் வெப்பத்தாலும் மாற்றம் அடைந்தவையாகும். எடுத்துக்காட்டுக்கள் :

1. அடுக்குடைய தீப்பாறை (Gneiss) : பெரும்பாலும் மாற்றுருவமடைந்த ஒரு கருங்கல்லே இது; பெரும்பாலும் படிகக்கல், ஃபெல்ஸ்பார், அப்பிரகம் என்ற கனிப் பொருள்கள் இதில் அடுக்குகளாகத் தோன்றுகின்றன; அப்பிரகம் வெள்ளை வகையாகவோ (Muscovite) அல்லது கறுப்பு வகையாகவோ (Biotite) இருக்கும்.

2. சலவைக் கல் : இது மாற்றுருவமடைந்த சுண்ணும்புக் கல்லாகும்; பல நிறங்களைக் கொண்டது; மெருகிடப்பெற்ருல் ஓர் அழகான பாறையாகும்; அமிலத்தில் நுரைத்தெழும்.

3. குவார்ட்சைட் : இது மாற்றுருவமடைந்த மணற்கல்லாகும்; மிகவும் உறுதியானது; நெருங்கியமைந்தது; சாம்பல் அல்லது சிவப்பு நிறமுடையது; மணல் துகள்கள் உறுதியாகச் சேர்த்து இணைக்கப்பெற்றுள்ளன.

4. கற்பலகை : இது மாற்றுருவமடைந்த களிமண் பாங்கான பாறையாகும்; சாதாரணமாகக் கறுப்பு நிறமுடையது; இது மெல்லிய அடுக்குகளாகப் பிளவுபடுகின்றது; களிமண் பாங்கான பாறையைவிட அதிக கெட்டியானது.

5. அனல் மலி நிலக்கரி (Anthracite): புகைமலி நிலக்கரியைவிட அதிகக் கெட்டியானது; அதைப்போல் இது தூசு நிறைந்ததன்று; இஃது ஓர் உயர்ந்த எரி பொருளாகும்.

அட்டவணை 1

எடைகளும் அளவைகளும்

நீட்டலளவை

12 அங்குலம் (அங்.) = 1 அடி (அ.)
3 அடி = 1 கெஜம் (கெ.)
$5\frac{1}{2}$ கெஜம் = 1 கோல் (கோ.)
$16\frac{1}{2}$ அடி = 1 கோல்
320 கோல் = 1 மைல் (மை.)
1760 கெஜம் = 1 மைல்
5280 அடி = 1 மைல்
6 அடி = 1 ஃபாத்தம்.

சதுர அளவை

144 சதுர அங்குலம் (ச.அங்.) = 1 சதுர அடி (ச.அ.)
9 சதுர அடி = 1 சதுர கெஜம் (ச.கெ.)
$30\frac{1}{4}$ சதுர கெஜம் = 1 சதுரக் கோல் (ச.கோ.)
160 சதுரக் கோல் = 1 ஏக்கர் (ஏ.)
640 ஏக்கர் = 1 சதுர மைல் (ச.மை.)
1 சதுர மைல் = 1 செக்ஷன் (அ.ஐ.)
36 சதுர மைல் = 1 நகர அளவு (Township)

கன அளவை

1728 கன அங்குலம் (க.அங்.) = 1 கன அடி (க,அ.)
27 கன அடி = 1 கன கெஜம் (க.கெ.)

மர அளவை

16 கன அடி = 1 கயிற்று அடி (கயி. அ.)
128 கன அடி } = 1 கயிறு (கயி.)
8 கயிற்று அடி }

எண்ணல் வாய்பாடு

12 உருப்படிகள் = 1 டஜன் (டஜ.)
12 டஜன் = 1 குரோஸ் (குரோ.)
12 குரோஸ் = 1 பெரிய குரோஸ் (பெ.குரோ.)
24 தாள்கள் = 1 குயர்
20 குயர் அல்லது
480 தாள்கள் = 1 ரீம்

சாதாரண நிறுவை எடைகள்

7000 குன்றிமணி (கு.ம.) = 1 பவுண்டு (பவு.)
16 அவுன்சு (அவு.) = 1 பவுண்டு
100 பவுண்டு = 1 (அ.ஐ.) அந்தர் (அந்.)
112 பவுண்டு = 1 பிரிட்டிஷ் அந்தர் (அந்.)
2,000 பவுண்டு = 1அ.ஐ. டன் (ட.)
2,200 பவுண்டு = 1 அ.ஐ. குராஸ் டன் 1 பிரிட்டிஷ் டன்

பொன்: அருமணிகள் எடை

24 குன்றிமணி = 1 பென்னி எடை (பெ.எ.)
20 பென்னி எடை = 1 அவுன்சு
12 அவுன்சு = 1 பவுண்டு
$437\frac{1}{2}$ குன்றிமணி = 1 அவுன்சு } சா.நி.எடை
7,000 குன்றிமணி = 1 பவுண்டு }
480 குன்றிமணி = 1 அவுன்சு } பொ.அரு. எடை.
5,760 குன்றிமணி = 1பவுண்டு }

மருந்துக் கடைக்காரர் எடை

20 குன்றிமணி = 1 ஸ்குருப்பிள்
3 ஸ்குருப்பிள் = 1 டிராம்
8 டிராம் = 1 அவுன்சு
12 அவுன்சு } = 1 பவுண்டு
5,760 குன்றிமணி }

மருந்துக் கடைக்காரர் திரவ அளவை

60 மினிம்கள் = 1 பாய்ம டிராம்
8 பாய்ம டிராம் = 1 பாய்ம அவுன்சு
16 பாய்ம அவுன்சு = 1 பைன்டு
8 பைன்டு = 1 காலன்

கால அளவை

60 விநாடிகள் (வி.) = 1 நிமிடம் (நி.)
60 நிமிடங்கள் = 1 மணி
24 மணி = 1 நாள் (நா.)
7 நாட்கள் = 1 வாரம் (வா.)
365 நாட்கள் அல்லது } = 1 ஆண்டு (ஆ.)
12 மாதங்கள் (மா.) }

10 ஆண்டுகள்	= 1 பத்தாண்டு
10 பத்தாண்டுகள்	= 1 நூற்றாண்டு

திரவ அளவை (அ.ஐ.)

4 கில்கள் (கில்.)	= 1 பைண்டு (பைன்.)
2 பைன்டு	= 1 குவார்ட்டு (குவா.)
4 குவார்ட்டு	= 1 காலன் (கால.)
231 க. அங்.	= 1 காலன்
$31\frac{1}{2}$ காலன்	= 1 பாரல்
1 திரவ குவார்ட்டு	= 57·7 க. அங்.

உலர்ந்த பொருள் எடை (அ.ஐ.)

2 பைன்டுகள் (பைன்.)	= 1 குவார்ட்டு
8 குவார்ட்டுகள்	= 1 பெக்கு (பெக்.)
4 பெக்குகள்	= 1 புஷல் (புஷ.)
32 குவார்ட்டுகள்	= 1 புஷல்
2,150·4 க.அங்.	= 1 புஷல்

திரவ, உலர்ந்த பொருள் எடை (பிரிட்டிஷ்)

2 பைன்டுகள் (பைன்.)	= 1 குவார்ட்டு (குவா.)
4 குவார்ட்டுகள்	= 1 காலன் (கால.)
2 காலன்கள்	= 1 பெக்கு (பெ.)
4 பெக்குகள்	= 1 புஷல் (புஷ.)
8 புஷல்கள்	= 1 குவார்ட்டர் (குவார்.)
1 குவார்ட்	= 69·318 க.அங்.
1 காலன்	= 277·274 க.அங்.

வீட்டு அளவைகள்

1 தேக்கரண்டி	= 5 க.செ.மீ.
3 தேக்கரண்டிகள்	= 1 மேசைக் கரண்டி
16 மேசைக் கரண்டிகள்	= 1 கோப்பை
2 கோப்பைகள்	= 1 பைன்டு

பலவகை

1 அ.ஐ. காலன் நீரின் எடை 8·33 பவுண்டு
1 பிரி. காலன் நீரின் எடை 10 பவுண்டு
1 கன அடி நீரின் எடை 62·3 பவுண்டு
1 பிரிட்டிஷ் பில்லியன் என்பது 1 மில்லியன் மில்லியன்
1 அ.ஐ. பில்லியன் என்பது 1 ஆயிரம் மில்லியன்
1 பிரிட்டிஷ் டிரில்லியன் என்பது 1 மில்லியன் பில்லியன்
1 அ.ஐ. டிரில்லியன் என்பது 1 ஆயிரம் பில்லியன், அல்லது
1 அ.ஐ. டிரில்லியன் = 1 பிரிட்டிஷ் பில்லியன்

மெட்ரிக் அளவை

நீள அளவைகள்

10 மில்லி மீட்டர் (மி.மீ.)	= 1 சென்டிமீட்டர் (செ.மீ.)
10 சென்டி மீட்டர்	= 1 டெசிமீட்டர் (டெ.மீ.)
10 டெசி மீட்டர்	= 1 மீட்டர் (மீ.)
10 மீட்டர்	= 1 டெகாமீட்டர் (டெகா.மீ.)
10 டெகாமீட்டர்	= 1 ஹெக்டோமீட்டர் (ஹெ.மீ.)
10 ஹெக்டோ மீட்டர்	= 1 கிலோமீட்டர் (கி.மீ.)
10 கிலோமீட்டர்	= 1 மைரியாமீட்டர் (மை.மீ.)

மேற்பரப்பு அளவைகள்

100 சதுர மில்லிமீட்டர் (மி.மீ.^{2})	= 1 சதுர சென்டி மீட்டர் (செ.மீ.^{2})
100 சதுர சென்டிமீட்டர்	= 1 சதுர டெசிமீட்டர் (டெ.மீ.^{2})
100 சதுர டெசிமீட்டர்	= 1 சதுர மீட்டர் (மீ.^{2})
100 சதுர மீட்டர்	= 1 சதுர டெகாமீட்டர் (டெ.மீ.^{2})
100 சதுர டெகாமீட்டர்	= 1 சதுர ஹெக்டோ மீட்டர் (ஹெ.மீ.^{2})
100 சதுர ஹெக்டோ மீட்டர்	= 1 சதுர கிலோமீட்டர் (கி.மீ.^{2})

கனபரிமாண (Volume) அளவைகள்

1,000 கன மில்லிமீட்டர் (மி.மீ.^{3})	= 1 கன சென்டிமீட்டர் (செ.மீ.^{3})
1,000 கன சென்டிமீட்டர்	= 1 கன டெசிமீட்டர் (டெ.மீ.^{3})
1000 கன டெசிமீட்டர்	= 1 கன மீட்டர் (மீ.^{3})

கொள்ளளவின் (Capacity) அளவைகள்

10 மில்லிலிட்டர் (மி.லி.)	= 1 சென்டிலிட்டர் (செ.லி.)
10 சென்டிலிட்டர்	= 1 டெசிலிட்டர் (டெ.லி.)
10 டெசிலிட்டர்	= 1 லிட்டர் (லி.)
10 லிட்டர்	= 1 டெகாலிட்டர் (டெகா.லி.)
10 டெகாலிட்டர்	= 1 ஹெக்டோலிட்டர் (ஹெ.லி.)
10 ஹெக்டோலிட்டர்	= 1 கிலோலிட்டர் (கி.லி.)

குறிப்பு: 1 க.செ.மீ. = 1 மி.லி.

எடை அளவைகள்

10 மில்லிகிராம்	= 1 சென்டிகிராம்
10 சென்டிகிராம்	= 1 டெசிகிராம்
10 டெசிகிராம்	= 1 கிராம்
10 கிராம்	= 1 டெகாகிராம்
10 டெகாகிராம்	= 1 ஹெக்டோகிராம்
10 ஹெக்டோகிராம்	= 1 கிலோகிராம்
1,000 கிலோகிராம்	= 1 மெட்ரிக் டன்

சம மதிப்பு அளவைகள்

1 அங்குலம்	= 2·54 சென்டிமீட்டர்
1 அடி	= 30·48 சென்டிமீட்டர்
1 குவார்ட் (அ.ஐ.திர.)	= 0·9464 லிட்டர்
1 குவார்ட் (அ.ஐ.வற.)	= 1·101 லிட்டர்
1 குவார்ட் (பிரிட்டிஷ்)	= 1·1351 லிட்டர்
1 பவுண்டு (சா.நி.எ.)	= 0·4536 கிலோகிராம்
1 சென்டிமீட்டர்	= 0·3937 அங்குலம்
1 மீட்டர்	= 39·37 அங்குலம்
1 லிட்டர்	= 1·051 குவார்ட் (அ.ஐ.திர.)
1 லிட்டர்	= 0·9081 குவார்ட் (அ.ஐ.வற.)
1 லிட்டர்	= 0·8809 குவார்ட் (பிரிட்டிஷ்)
1 கிலோகிராம்	= 2·205 பவுண்டு

அட்டவணை 2

விண்மீன்களும் கோள்களும்

A. ஒளிருந்தன்மையில் இறங்கு வரிசையிலுள்ள விண்மீன்கள்

விண்மீன்	விண்மீன் மண்டலம்	வடக்கு நோக்கி அல்லது தெற்கு நோக்கி நகரும் நேரம். மாலை 8 மணி மாதம்	மாலை 10 மணி மாதம்	நண்பகலில் கதிரவனின் நிலையில் வ. அல்லது தெ.
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
கத்திரிமீன்	பெருநாய்க் கூட்டம்	பிப்ரவரி	சனவரி	10° தெ.
அகஸ்தியர் (Canopus)	கப்பல் மண்டலம்	பிப்ரவரி	சனவரி	40° தெ.
குதிரைமீன் (α Centauri)	குதிரையும் மனிதனும் இணைந்த உருவம் (Centaur)	சூன்	மே	80° தெ.
வீகா	லைரே	ஆகஸ்டு	சூலை	30° வ.
க்காபெல்லா	ச்சேரியட்டீர்	சனவரி	டிசம்பர்	70° வ.
சுவாதி (Arcturus)	ஹெர்ட்ஸ்மன்	சூன்	மே	0°
ரீகல்	ஓரியான்	சனவரி	டிசம்பர்	10° வ.
புரோசையான்	சிறுநாய்க் கூட்டம்	பிப்ரவரி	சனவரி	20° வ.
அச்செர்னர்	ரிவர் எரிடேனஸ்	டிசம்பர்	நவம்பர்	30° தெ.
பீட்டர் சென்ட்டாரி	குதிரையும் மனிதனும் இணைந்த உருவம்	சூன்	மே	80° தெ.
திருவோணம் (Altair)	ஈகிள்	செப்டம்பர்	ஆகஸ்டு	10° வ.
திருவாதிரை (Betelgeuse)	ஓரியான்	பிப்ரவரி	சனவரி	20° வ.
ஆல்ஃபா குருசீஸ்	தென் சிலுவை	மே	ஏப்ரில்	80° தெ.
உரோகிணீ (Aldebaran)	இடபம்	சனவரி	டிசம்பர்	40° வ.
புனர்வரை (Pollux)	அசுவனி (Heavenly twins)	மார்ச்சு	பிப்ரவரி	30° வ.
சித்திரை (Spica)	கன்னி (Virgin)	மே	ஏப்ரில்	30° தெ.
கேட்டை (Antares)	விருச்சிகம் (Scorpion)	சூலை	சூன்	50° தெ.
ஃபோர்மல்ஹாட்	சத்தர்ன் ஃபிஷ்	அக்டோபர்	செப்டம்பர்	20° தெ.
டேனப்	அன்னம் (Swan)	செப்டம்பர்	ஆகஸ்டு	40° வ.
ரெகுலஸ்	சிம்மம் (Lion)	ஏப்ரில்	மார்ச்சு	0°.
பீட்டர் குருசிஸ்	தென் சிலுவை	மே	ஏப்ரில்	80° தெ.
காஸ்டர்	அசுவனி	மார்ச்சு	பிப்ரவரி	30° வ.

அட்டவணை Aயின் பத்திகள் அடியிற் கண்ட எடுகோள்களைத் தருகின்றன : (அ) இறங்கு வரிசையில் மிக அதிகமாக ஒளிரும் விண்மீன்களின் பெயர்கள் ; (ஆ) விண்மீன் தோன்றும் விண்மீன் மண்டலத்தின் (இராசி) பெயர் (வான வட்ட (இராசி) உருவங்கள் தடித்த எழுத்தில் தரப்பெற்றுள்ளன ; (இ) உள்ளூர் நேரத்தில் சுமார் மாலை 8 மணி அளவில் தொடுவானத்திற்கு மேல் விண்மீன் உச்ச நிலையை அடையும் மாதம் ; (ஈ) உள்ளூர் நேரத்தில் சுமார் மாலை 10 மணி அளவில் தொடுவானத்திற்கு மேல் விண்மீன் உச்சி நிலையை அடையும் மாதம்; (உ) (இ)யில் குறிப்பிடப்பெற்ற மாதத்தில் உள்ளூர் நேரத்தில் வானத்தில் மிக உயரத்தில் விண்மீன் இருக்கும் பொழுது அதன் உயரத்திற்கும், நடுப்பகலில்

கதிரவன் இருக்கும் உயரத்திற்கும் இடையிலுள்ள கோளம். எடுத்துக்காட்டாக சனவரி மாதம் மாலை 8 மணிக்குக் காபல்லாவைக் காண்பதற்கு உற்றுநோக்குவோர் முதலில் நடுப்பகலில் கதிரவன் தோன்றியதாகக் கருதப்படும் இடத்தை நோக்கிப் பார்த்து அதன் பின்னர் அவருடைய பார்வையை வடக்கு நோக்கி (கிட்டத்தட்ட) 70° திருப்பவேண்டும். ஆனாலும், இந்த விண்மீன்கள் யாவும் பூமியின் எந்த இடத்தினின்றும் கண்ணுக்குப் புலனுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, உற்றுநோக்கும் ஒருவருக்கு நேர் உயரத்தில் 60° வ. இருக்கும் ஒரு விண்மீன் தொடுவானத்தின்மீது உற்றுநோக்குவோருக்கு 30° தெ. இல் தோற்றமளிக்கும்; அஃது உற்றுநோக்கும் ஒருவருக்கு மேலும் தெற்கில் ஏதாவது ஓரிடத்தில் தொடுவானத்திற்குக் கீழே இருக்கும்; அஃதாவது அது கண்ணிற்குப் புலனுகாது.

குறிப்புக்கள்: ஆல்ஃபா செண்ட்டாரியும் பீட்டா செண்ட்டாரியும் தென் சிலுவையின் 'குறி முட்கள்' ஆகும். ஆல்ஃபா செண்ட்டாரி சிலுவையினின்றும் மிகச் சேய்மையில் உள்ளது. அது பூமிக்கு மிக்க ஒளியுள்ள விண்மீன் ஆகும்; அதன் ஒளி பூமியை அடைவதற்கு நான்கு ஆண்டுகள் ஆகின்றன.

தென்சிலுவையின் எல்லைக் கோடாக இருக்கும் நான்கு பிரகாசமான விண்மீன்களில் ஆல்ஃபா குருசிஸ் தெற்கில் மிகச் சேய்மையிலுள்ளது; பீட்டா குருசிஸ் கிழக்கில் மிகச் சேய்மையிலுள்ளது.

அசுவனி விண்மீன்களில் போலக்ஸிற்கு வடக்கில் காஸ்டர் உள்ளது.

B. கதிரவனினின்றும் ஏறுவரிசை தூரங்களிலிருக்கும் கோள்கள்

கோள்	கதிரவனினின்றும் தூரம் (மில்லியன் மைல் களில்)	குறுக்கு விட்டம் (ஆயிரம் மைல்களில்)	அயனப் பாதையை முற்றிலும் கடக்க ஆகும் காலம் (ஆண்டுகளில்)
புதன்	36	3·2	0·24
வெள்ளி	67	7·85	0·62
பூமி	93	7·9	1·00
செவ்வாய்	142	4·25	1·88
வியாழன்	483	89	11·9
சனி	887	75	29·5
யுரேனஸ்	1,785	31	84
நெப்ட்டியூன்	2,797	33	165
புளூட்டோ	3,675	4	248

அட்டவணை-Bயின் பத்திகள், கோள்களின் பெயர்கள், கதிரவனிடமிருந்து அவற்றின் தூரங்கள், அவற்றின் குறுக்களவுகள், அவை தம்முடைய சுற்றுவழிகட்காக (Orbits) எடுத்துக் கொள்ளும் காலங்கள் ஆகியவற்றைக் காட்டுகின்றன.

விண்மீன்களின் உறவைப் பொறுத்து கோள்களின் இருப்பிடங்கள் ஓராண்டுக் காலப் போக்கில் மாறுபடுகின்றன; ஒவ்வொன்றின் ஒளித் திண்மையுங்கூட மாறுபடத்தான் செய்கின்றது. (ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்தில் ஒரு பொருத்தமான பஞ்சாங்கத்தைக்கொண்டு ஆகாயத்தில் கோள்களின் இருப்பிடங்களைக் கண்டறியப் பெறுதல் வேண்டும்).

குறிப்புக்கள்: ஞாயிறு எழுவதற்குமுன்னரோ அல்லது அது மறைவதற்குப்பின்னரோ புதன் அரைமணிநேரம் மாத்திரமே காணமுடிகின்றது.

ஞாயிறு எழுவதற்குமுன்னரோ அல்லது மறைவதற்குப்பின்னரோ வெள்ளிக் கோள் மூன்று மணி நேரத்திற்குமேற்படாமல் பார்க்க முடிகின்றது.

செவ்வாய், வியாழன், சனி ஆகிய கோள்கள் ஆகாயத்தில் அடிக்கடி மிக எடுப்பான பொருள்களாக அமைகின்றன.

எஞ்சியவற்றுள், யுரேனஸ் (நிருதி) மட்டுமே ஊனக் கண்ணுக்குப் புலனுகின்றது; அஃது ஒரு மங்கலான விண்மீனின் தோற்றத்தைப் பெற்றுள்ளது.

C. நண்பகலில் கதிரவன் தலைக்குமேல் நேராக இருக்கும்பொழுது குறுக்குத் தொலைகளும் தேதிகளும்

குறுக்குத் தொலைகள்	தேதிகள்		குறுக்குத் தொலைகள்	தேதிகள்	
23·5° வ	சூன் 21[1]	சூன் 21[1]	23·5° தெ	டிசம்பர் 22[2]	டிசம்பர் 22[2]
23° வ	சூலை 3	10	23·° தெ	சனவரி 2	11
22° வ	12	1	22° தெ	10	3
21° வ	19	மே 26	21° தெ	16	நவம்பர் 27
20° வ	24	21	20° தெ	21	22
19° வ	29	16	19° தெ	25	18
18° வ	ஆகஸ்டு 2	12	18° தெ	29	14
17° வ	6	8	17° தெ	பிப்ரவரி 2	10
16° வ	9	5	16° தெ	5	7
15° வ	12	1	15° தெ	9	3
14° வ	16	ஏப்ரில் 28	14° தெ	12	அக்டோபர் 31
13° வ	19	25	13° தெ	15	28
12° வ	22	22	12° தெ	17	25
11° வ	25	19	11° தெ	20	22
10° வ	28	16	10° தெ	23	20
9° வ	31	13	9° தெ	26	17
8° வ	செப்டம்பர் 2	11	8° தெ	28	14
7° வ	5	8	7° தெ	மார்ச்சு 3	12
6° வ	8	5	6° தெ	6	9
5° வ	10	3	5° தெ	8	6
4° வ	13	மார்ச்சு 31	4° தெ	11	4
3° வ	16	29	3° தெ	13	1
2° வ	18	26	2° தெ	16	செப்டம்பர் 29
1° வ	21[4]	23[3]	1° தெ	18	26
நடுக்கோடு	23[4]	21[3]	நடுக்கோடு	21[3]	23[4]

1. கோடை நிலை.
2. மாரி நிலை.
3. இளவேனில் சம இரவு நாள்.
4. இலையுதிர்காலச் சம இரவு நாள்.

அட்டவணை 3

தனிமங்களின் அணு-எண்கள்

அமெரிசியம்	95
அயோடின்	53
அலுமினியம்	13
அன்டிமனி	51
அஸ்டேடைன்	85
ஆக்டினியம்	89
ஆக்ஸிஜன்	8
ஆர்கன்	18
ஆர்சினிக்கு	33
ஆஸ்மியம்	76
இண்டியம்	49
இரிடியம்	77
இரும்பு	26
எர்பியம்	68
ஐரோப்பியம்	63
ஐன்ஸ்டைனியம்	99
ஃபிரான்ஸியம்	87
ஃபுளோரின்	9
ஃபெர்மியம்	100
கடோலினியம்	64
கந்தகம்	16
கலிஃபோர்னியம்	98
காட்மியம்	48
காரீயம்	82
காலியம்	31
கார்பன்	6
கால்சியம்	20
கிரிப்டான்	36
குயூரியம்	96
குரோமியம்	24
குளோரின்	17
கோபால்ட்டு	27
சாமரியம்	62
சிலிக்கன்	41
சீரியம்	58
சீஸியம்	55
செலினியம்	34
சோடியம்	11
டங்க்ஸ்டன்	74
டெக்னெடியம்	43
டெர்பியம்	65
டெல்லூரியம்	52
டேண்டலம்	73
டைட்டேனியம்	22
டைஸ்புரோஸியம்	66
தங்கம்	79
தாமிரம்	29
துத்தநாகம்	30
தூலியம்	69
தேலியம்	81
தோரியம்	90
நிக்கல்	20
நியான்	18
நியோடைமியம்	41
நியோபியம்	60
நெப்டியூனியம்	93
நைட்ரஜன்	7
நோபெலியம்	102
பல்லேடியம்	46
பாதரசம்	80
பாஸ்பரம்	15
பிரேசியோடைமியம்	59
பிளாட்டினம்	78
பிஸ்மத்து	83
புரோட்டோ ஆக்டினியம்	91
புரோமிதியம்	61
புரோமின்	35
புளூட்டோனியம்	94
பெரிலியம்	4
பெர்க்கிலியம்	97
பேரியம்	56
பொட்டாசியம்	19
போரன்	5
போலோனியம்	84
மக்னீஷியம்	12
மாங்கனீசு	25
மாலிப்டினம்	42
மெண்டலிவியம்	101
யுரேனியம்	92
யெட்டர்பியம்	70
யெட்ரியம்	39
ரீனியம்	75
ருத்தெனியம்	44
ருபிடியம்	37
ரேடான்	86
ரேடியம்	88
ரோடியம்	45
லந்தானம்	57
லாரென்ஸியம்	103
லிதியம்	3
லூட்டிஸியம்	71
வானேடியம்	23
வெள்ளி	47
வெள்ளீயம்	50
ஜர்க்கோனியம்	40
ஜெர்மேனியம்	32
ஜெனான்	54
ஸ்காண்டியம்	21
ஸ்ட்ரான்ஷியம்	38
ஹாஃப்னியம்	72
ஹீலியம்	2
ஹைட்ரஜன்	~~7~~ 1
ஹோல்மியம்	16

தனிமங்கள்

அணு எண்	தனிமத்தின் பெயர்	குறியீடு	அணு எடை	அணு எண்	தனிமத்தின் பெயர்	குறியீடு	அணு எடை
1	ஹைட்ரஜன்	H	1.0080	38	ஸ்ட்ரான்ஷியம்	Sr	87.63
2	ஹீலியம்	He	4.003	39	யெட்ரியம்	Y	88.92
3	லிதியம்	Li	6.940	40	ஜர்க்கோனியம்	Zr	91.22
4	பெரிலியம்	Be	9.013	41	நியோபியம்	Nb	92.91
5	போரன்	B	10.82	42	மாலிப்டினம்	Mo	95.95
6	கார்பன்	C	12.010	43	டெக்னெடியம்	Tc	99
7	நைட்ரஜன்	N	14.008	44	ருதேனியம்	Ru	101.7
8	ஆக்ஸிஜன்	O	16.0000	45	ரோடியம்	Rh	102.91
9	ஃபுளோரின்	F	19.000	46	பல்லேடியம்	Pd	106.7
10	நியான்	Ne	20.183	47	வெள்ளி	Ag	107.880
11	சோடியம்	Na	22.997	48	காட்மியம்	Cd	112.41
12	மக்னீஷியம்	Mg	24.32	49	இண்டியம்	In	114.76
13	அலுமினியம்	Al	26.98	50	வெள்ளீயம்	Sn	118.70
14	சிலிக்கன்	Si	28.09	51	அன்டிமனி	Sb	121.76
15	பாஸ்வரம்	P	30.975	52	டெல்யூரியம்	Te	127.61
16	கந்தகம்	S	32.066	53	அயோடின்	I	126.92
17	குளோரின்	Cl	35.457	54	ஜெனன்	Xe	131.3
18	ஆர்கன்	A	39.944	55	சீஸியம்	Cs	132.91
19	பொட்டாசியம்	K	39.096	56	பேரியம்	Ba	137.36
20	கால்சியம்	Ca	40.08	57	லந்தானம்	La	138.92
21	ஸ்காண்டியம்	Sc	44.96	58	சீரியம்	Ce	140.13
22	டைட்டேனியம்	Ti	47.90	59	பிரேசியோடைமியம்	Pr	140.92
23	வானேடியம்	V	50.95				
24	குரோமியம்	Cr	52.01	60	நியோடைமியம்	Nd	144.27
25	மாங்கனீசு	Mn	54.93	61	புரோமிதியம்	Pm	145
26	இரும்பு	Fe	55.85	62	சாமரியம்	Sm	150.43
27	கோபால்ட்டு	Co	58.94	63	யூரோப்பியம்	Eu	152.0
28	நிக்கல்	Ni	58.69	64	காடோலினியம்	Gd	156.9
29	தாமிரம்	Cu	63.54	65	டெர்மியம்	Tb	159.2
30	துத்தநாகம்	Zn	65.38	66	டைபுரோஸியம்	Dy	162.46
31	காலியம்	Ga	69.72	67	ஹோல்மியம்	Ho	164.94
32	ஜெர்மானியம்	Ge	72.60	68	எர்பியம்	Er	167.2
33	ஆர்சினிக்கு	As	74.91	69	தூலியம்	Tm	169.4
34	செலினியம்	Se	78.96	70	யெட்டர்பியம்	Yb	173.04
35	புரோமின்	Br	79.916	71	லூட்டிசியம்	Lu	174.99
36	கிரிப்டான்	Kr	83.80	72	ஹாப்னியம்	Hf	178.6
37	ரூபிடியம்	Rb	85.48	73	டேன்டலம்	Ta	180.88

அணு எண்	தனிமத்தின் பெயர்	குறியீடு	அணு எடை	அணு எண்	தனிமத்தின் பெயர்	குறியீடு	அணு எடை
74	டங்க்ஸ்டன்	W	183.92	90	தோரியம்	Th	232.12
75	ரீனியம்	Re	186.31	91	புரோடோ ஆக்டினியம்	Pa	231
76	ஆஸ்மியம்	Os	190.2				
77	இரிடியம்	Ir	193.1	92	யுரேனியம்	U	238.07
78	பிளேட்டினம்	Pt	195.23	93	நெப்டியூனியம்	Np	237.07
79	தங்கம்	Au	197.2	94	புளூட்டோனியம்	Pu	239.08
80	பாதரசம்	Hg	200.61	95	அமெரிசியம்	Am	243
81	தேலியம்	Tl	204.39	96	குயூரியம்	Cm	244
82	காரீயம்	Pb	207.21	97	பெர்க்கிலியம்	Bk	245
83	பிஸ்மத்து	Bi	209.00	98	கலிஃபோர்னியம்	Cf	(246) [1]
84	போலோனியம்	Po	210	99	ஐன்ஸ்டினியம்	E	(253) [1]
85	அஸ்டேடைன்	At	211	100	ஃபெர்மியம்	Fm	(254) [1]
86	ரேடான்	Rn	222	101	மெண்டெலிவியம்	Me	(256) [1]
87	ஃபிரான்ஸியம்	Fr	223				
88	ரேடியம்	Ra	226.05	102	நொபிலியம்	No	(—) [1]
89	ஆக்டினியம்	Ac	227	103	லாரென்ஸியம்	Lw	(—) [1]

1, யூரேனியத்திற்கு அப்பாற்பட்ட தனிமங்கள்-அணு எடைகள் இன்னும் அறுதியிடப்பெறவில்லை. Physical Review அல்லது வேறு அறிவியல் வெளியீடுகள் கலந்தாராயப்பெறல் வேண்டும். நிரம்பவுள்ளவற்றின் பொருண்மை எண்கள் பிறைக் கோடுகளிடையே காட்டப்பெற்றுள்ளன.

அட்டவணை-4

அடர்த்திகள்

(ஒரு கன சென்டிமீட்டருக்கு இத்தனை கிராம்கள் என்று)

சாராயம், 95%	...	0.807	சலவைக் கல்	...	2.5-2.1
அலுமினியம்	...	2.7	பாதசரம்	...	13·6
பித்தளை	...	8.4	பால்	...	1.03
கார்பன் டெட்ராகுளோரைடு	...	1.6	நிக்கல்	...	8.9
நிலக்கரி (Anthracite)	...	1.4-1.8	பாரஃபின் மெழுகு	...	0.824-0.94
தாமிரம்	...	8.93	பிளாட்டினம்	...	21.5
காஸோலின்	...	0.75	கடல் நீர்	...	1.03
கண்ணாடி (Flint)	...	3.0-3.6	வெள்ளி	....	10.5
கண்ணாடி (Crown)	...	2.4-2.7	வெள்ளீயம்	...	7.3
தங்கம்	...	19.3	மரக்கட்டை-கருங்காலி	...	1.2
பனிக்கட்டி	...	0.917	ஓக்	...	0.7-0.9
இரும்பு	...	7.1-7.9	பைன்	...	0.4-0.6
காரீயம்	...	11.4	லிக்னம் வைட்டே	...	1.33
மக்னீசியம்	...	1.74	துத்தநாகம்	...	7.1

கற்கள், செங்கல், சீமைக்காரை (Kent)

அகேட்	...	2.615	கனிக்கல் (Gypsum)	...	2.080-2.400
அஸ்ஃபால்ட்டம்	...	1.390	ஹாரன்பிளெண்டே	...	3.200-3.520
செங்கல் (சாதாரணமானது)	...	1.790	சுட்ட சுண்ணாம்பு	...	0.800-0.880
செங்கல் (கெட்டியானது)	...	2.000	சுண்ணாம்புக்கல்	...	2.720-3.200
செங்கல் (அமுக்கியது)	...	2.160	மெக்னீஷியா (Carbonate)	...	2.400
செங்கல் (சூளைக்கல்)	...	2.250-2.400	சலவைக்கல்	...	2.560-2.880
காரையில் செங்கல் வேலை	...	1.600	செங்கற்கட்டடம் (இடிக்கப் பட்டது.)	...	2.240-2.560
சீமைக்காரையில் செங்கல் வேலை		1.790	செங்கற்கட்டடம்(ஒழுங்குபடுத்தப் பட்டது.)	...	2.240-2.880
சீமைக்காரை (Rosendale)	...	0.960	காரை	...	1.440-1.600
சீமைக்காரை (Portland)	...	1.250	தார் வண்டல் (Pitch)	...	1.150
களிமண்	...	1.920-2.400	பாரிஸ் காரை	...	1.180-1.280
சீமைக்காரைக்கட்டு (Concrete)	...	1.920-2.240	பீங்கான்	...	2.380
வைரம்	...	3.530	படிகக்கல்	...	2.640
நிலம் (தளர்ந்த)	...	1.150-1.280	மணல்	...	1.440-1.760
நிலம் (கெட்டியாக்கப்பெற்றது)	...	1.440-1.760	மணற்கல்	...	2.240.2.400
குருந்தங்கல்	...	4.000	கற்பலகை	...	2.720-2.880
கண்ணாடி (Crown)	...	2.520	மாக்கல்	...	2.650-2.800
கண்ணாடி (Flint)	...	3.000-3.600	டிராப்	...	2.720-3.400
கண்ணாடி (பச்சை)	...	2.640	ஓடு	...	1.760-1.920
கெட்டிக் கல்	...	2.560-2.720			
சரளைக் கல்	...	1.600-1.920			

அட்டவணை-5

வெப்ப மாறிலிகள்

பொருள்கள்		வெப்ப ஏற்பெண்	உருகு நிலை (°C)	கொதி நிலை (°C)	நீட்டப் பெருக்கக் குணகம் (1°C க்கு)
திடப்பொருள்கள்					
அலுமினீயம்	...	0.22	658	2,200	0.000023
பித்தளை	...	0.092	900		0.0000189
தாமிரம்	...	0.092	1,083	2,300	0.0000167
கண்ணுடி (சாதா)	...	0.16	1,100		0.000085
பனிக்கட்டி	...	0.50	0		
இரும்பு	...	0.12	1,530	3,000	00.00012
காரீயம்	...	0.031	327	1,755	00.00029
பாதரசம்	...	0.033	—39	356.7	
வெள்ளீயம்	...	0.055	232	2,260	0.000023
துத்தநாகம்	...	0.093	419	907	0.000029
திரவங்கள்					
சாராயம் (எத்தில்)	...	0.58	—130	78.3	
கிளிசரின்	...	0.576	17	290	
மண்ணெண்ணெய்	...	0.5-0.6			
பாதரசம்	...	0.033		357	
கந்தக அமிலம்	...	0.34	10.5	330	
நீர்	...	1.00		100	
வாயுக்கள்					
காற்று	...	0.24		—190	
சாராயம் (எத்தில்)	...	0.41			
அம்மோனியா வாயு	...	0.52	—78	—33	
கரியமிலவாயு	...	0.20	—56.6	—79	
ஹைட்ரஜன்	...	3.38			
நைட்ரஜன்	...	0.25			
ஆக்ஸிஜன்	...	0.22			
நீராவி	...	0.48			

வெவ்வேறு அளவுகளில் சம மதிப்புள்ள வெப்ப நிலைகள்

	தனி அளவு	சென்டி கிரேடு	பாரன் ஹீட்	ரியூமர்
வெப்பக் கீழ்வரம்பு	0° A	—273° C	—459° F	—218° R
பாரன்ஹீட் கீழ்வரம்பு	255° A	—18° C	0° F	14° R
நீரின் உறைநிலை	273° A	0° C	32° F	0° R
நீரின் கொதிநிலை	373° A	100° C	212° F	80° R

சென்டிகிரேடிலிருந்து பாரன்ஹீட்டுக்கு மாற்று அளவுத் திட்டம்

°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F
0	32						
1	34	26	79	51	124	76	169
2	36	27	81	52	126	77	171
3	37	28	82	53	127	78	172
4	39	29	84	54	129	79	174
5	41	30	86	55	131	80	176
6	43	31	88	56	133	81	178
7	45	32	90	57	135	82	180
8	46	33	91	58	136	83	181
9	48	34	93	59	138	84	183
10	50	35	95	60	140	85	185
11	52	36	97	61	142	86	187
12	54	37	99	62	144	87	189
13	55	38	100	63	145	88	190
14	57	39	102	64	147	89	192
15	59	40	104	65	149	90	194
16	61	41	106	66	151	91	196
17	63	42	108	67	153	92	198
18	64	43	109	68	154	93	199
19	66	44	111	69	156	94	201
20	68	45	113	70	158	95	203
21	70	46	115	71	160	96	205
22	72	47	117	72	162	97	207
23	73	48	118	73	163	98	208
24	75	49	120	74	165	99	210
25	77	50	122	75	167	100	212

அட்டவணை 6

ஒப்பு ஈரப்பதன் (சதவீதம்)—°F

உலர்ந்த குமிழின் வெப்பநிலை (°F)	ஈரமான குமிழின் இறக்கம் (°F) அஃதாவது, ஈரமான-உலர்ந்த குமிழ்களின் அளவீடுகளின் வேற்றுமை																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
120	97	94	91	88	85	82	79	77	74	72	69	67	64	62	59	57	55	53	51	48
118	97	94	91	88	85	82	79	76	74	71	69	66	63	61	59	56	54	52	50	48
116	97	94	90	87	84	82	79	76	73	71	68	65	63	61	58	56	54	51	49	47
114	97	94	90	87	84	81	79	76	73	70	68	65	63	60	58	55	53	51	48	46
112	97	94	90	87	84	81	78	75	73	70	67	65	62	59	57	55	52	50	48	46
110	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	67	64	61	59	56	54	51	49	47	45
108	97	93	90	87	84	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	49	46	44
106	96	93	90	87	84	80	77	74	71	68	66	63	60	58	55	52	50	48	45	43
104	96	93	90	86	83	80	77	74	71	68	65	62	60	57	54	52	49	47	44	42
102	96	93	90	86	83	80	77	73	70	67	65	62	59	56	54	51	48	46	43	41
100	96	93	89	86	82	79	76	73	70	67	64	61	58	55	53	50	47	45	42	40
	99	*98*	*96*	*95*	*94*	*93*	*91*	*90*	*89*	*87*	*86*	*85*	*83*	*82*	*80*	*79*		*76*		*72*
98	96	93	89	86	82	79	76	72	69	66	63	60	57	54	52	49	46	44	41	39
96	96	93	89	85	82	78	75	72	68	65	62	59	57	54	51	48	45	43	40	38
94	96	93	89	85	81	78	75	71	68	65	62	59	56	53	50	47	44	42	39	36
92	96	92	88	85	81	78	74	71	67	64	61	58	55	52	49	46	43	40	38	35
90	96	92	88	84	81	77	74	70	67	63	60	57	54	51	48	45	42	39	36	34
	89	*87*	*86*	*85*	*83*	*82*	*81*	*79*	*78*	*76*	*75*	*73*	*72*	*70*	*69*	*67*		*63*		*59*
88	96	92	88	84	80	77	73	69	66	63	59	56	53	50	47	44	41	38	35	32
86	96	92	88	84	80	76	72	69	65	62	58	55	52	49	45	42	39	36	33	31
84	96	92	87	83	79	76	72	68	64	61	57	54	51	47	44	41	38	35	32	29
82	96	91	87	83	79	75	71	67	64	60	56	53	49	46	43	40	36	33	30	27
80	96	91	87	83	79	74	70	66	63	59	55	52	48	45	41	38	35	31	28	25
	79	*77*	*76*	*74*	*73*	*72*	*70*	*68*	*67*	*65*	*63*	*62*	*60*	*58*	*56*	*54*		*50*		*44*
78	95	91	86	82	78	74	70	66	62	58	54	50	47	43	40	36	33	30	26	23
76	95	91	86	82	78	73	69	65	61	57	53	49	45	42	38	34	31	28	24	21
74	95	90	86	81	77	72	68	64	60	56	52	48	44	40	36	33	29	26	22	19
72	95	90	85	80	76	71	67	63	58	54	50	46	42	38	34	31	27	23	20	16
70	95	90	85	80	75	71	66	62	57	53	49	44	40	36	32	28	24	21	17	14
	69	*67*	*66*	*64*	*62*	*61*	*59*	*57*	*55*	*53*	*51*	*49*	*47*	*44*	*42*	*39*		*33*		*26*
68	95	90	84	79	75	70	65	60	56	51	47	43	38	34	30	26	22	18	15	11
66	95	89	84	79	74	69	64	59	54	50	45	41	36	32	28	23	20	16	12	8
64	94	89	83	78	73	68	63	58	53	48	43	39	34	30	25	21	17	13	9	5
62	94	88	83	77	72	67	61	56	51	46	41	37	32	27	23	18	14	10	5	
60	94	88	82	77	71	65	60	55	50	44	39	34	29	25	20	15	11	6	2	
	58	*57*	*55*	*53*	*51*	*49*	*47*	*45*	*43*	*40*	*38*	*35*	*32*	*29*	*25*	*21*				
58	94	88	82	76	70	64	59	53	48	42	37	31	26	22	17	12	7	2		
56	94	87	81	75	69	63	57	51	46	40	35	29	24	19	13	8	3			
54	93	87	80	74	68	61	55	49	43	38	32	26	21	15	10	5				
52	93	86	79	73	66	60	54	47	41	35	29	23	17	12	6					
50	93	86	79	72	65	59	52	45	38	32	26	20	14	8	2					
	48	*46*	*44*	*42*	*40*	*37*	*34*	*32*	*29*	*26*	*22*	*18*								
48	92	85	77	70	63	56	49	42	36	29	22	16	10	4						
46	92	84	77	69	62	54	47	40	33	26	19	12	6							
44	92	84	75	68	60	52	45	37	29	22	15	8								
42	91	83	74	66	58	50	42	34	26	18										
40	91	82	73	65	56	47	39	30												
	38	*35*	*33*	*30*	*28*	*25*														

குறிப்பு: இந்த அட்டவணையில், பனிநிலை சாய்ந்த எண்களில் உள்ளன.

அட்டவணை 6

ஒப்பு ஈரப்பதன் (சதவீதம்)—°C

உலர்ந்த குமிழின் வெப்பநிலை (°C)	ஈரமான குமிழின் இறக்கம் (°C)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
50	94	89	84	79	74	70	65	61	57	53	46	40	33	28	22
45	94	88	83	78	73	68	63	59	55	51	42	35	28	22	16
40	93	88	82	77	71	65	61	56	52	47	38	31	23	16	10
35	93	87	80	75	68	62	57	52	47	42	33	24	16	8	
30	92	86	78	72	65	59	53	47	41	36	26	16	8		
25	91	84	76	69	61	54	47	41	35	29	17	6			
20	90	81	73	64	56	47	40	32	26	18	5				
15	89	79	68	59	49	39	30	21	12	4					
10	87	75	62	51	38	27	17	5							

அட்டவணை 7

வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளில் பாதரசத்தின் மில்லி மீட்டர்களில் நிறைநிலை நீராவியின் அழுக்கம்

°C	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
0	4.6	4.9	5.3	5.7	6.1	6.5	7.0	7.5	8.0	8.6
10	9.2	9·8	10.5	11.2	12.0	12.8	13.6	14.5	15.5	16.5
20	17.5	18 6	19.8	21.0	22.3	23.7	25.1	26.7	28.3	29.9
30	31.7	33.6	35.5	37 6	39.8	42.0	44.4	46.9	49.5	52.3

°C	+0	+2	+4	+6	+8	+10	+12	+14	+16	+18
40	55.1	61.3	68.1	75.4	83.5	92.3	102	112	123	135
60	149	163	179	195	214	233	255	277	301	327
80	355	384	416	450	487	525	567	611	657	707
100	760	815	875	938	1004	1075	1149	1227	1310	1397

எடுத்துக்காட்டுகள் : 12°C (=10° +2°) வெப்பநிலையில் நிறைநிலை நீராவியின் அழுக்கம் 10.5 மில்லிமீட்டர்; 94°C (=80°+14°) வெப்பநிலையில் அந்த அழுக்கம் 611 மில்லிமீட்டர் ஆகும்.

அட்டவணை 8

GREEK ALPHABET

Alpha (a)	A α	Nu (n)	N ν
Beta (b)	B β	Xi (x)	Ξ ξ
Gamma (g)	Γ γ	Omicron (o)	O ο
Delta (d)	Δ δ *or* ẟ	Pi (p)	Π π
Epsilon (e)	E ε	Rho (r)	P ϱ
Zeta (z)	Z ζ	Sigma (s)	Σ σ *or* ς
Eta (h)	H η	Tau (t)	T τ
Theta (th)	Θ θ	Upsilon (u)	Υ υ
Iota (i)	I ι	Phi (ph)	Φ φ *or* ϕ
Kappa (k)	K ϰ	Chi (ch)	X χ
Lambda (l)	Λ λ	Psi (ps)	Ψ ψ
Mu (m)	M μ	Omega (o)	Ω ω

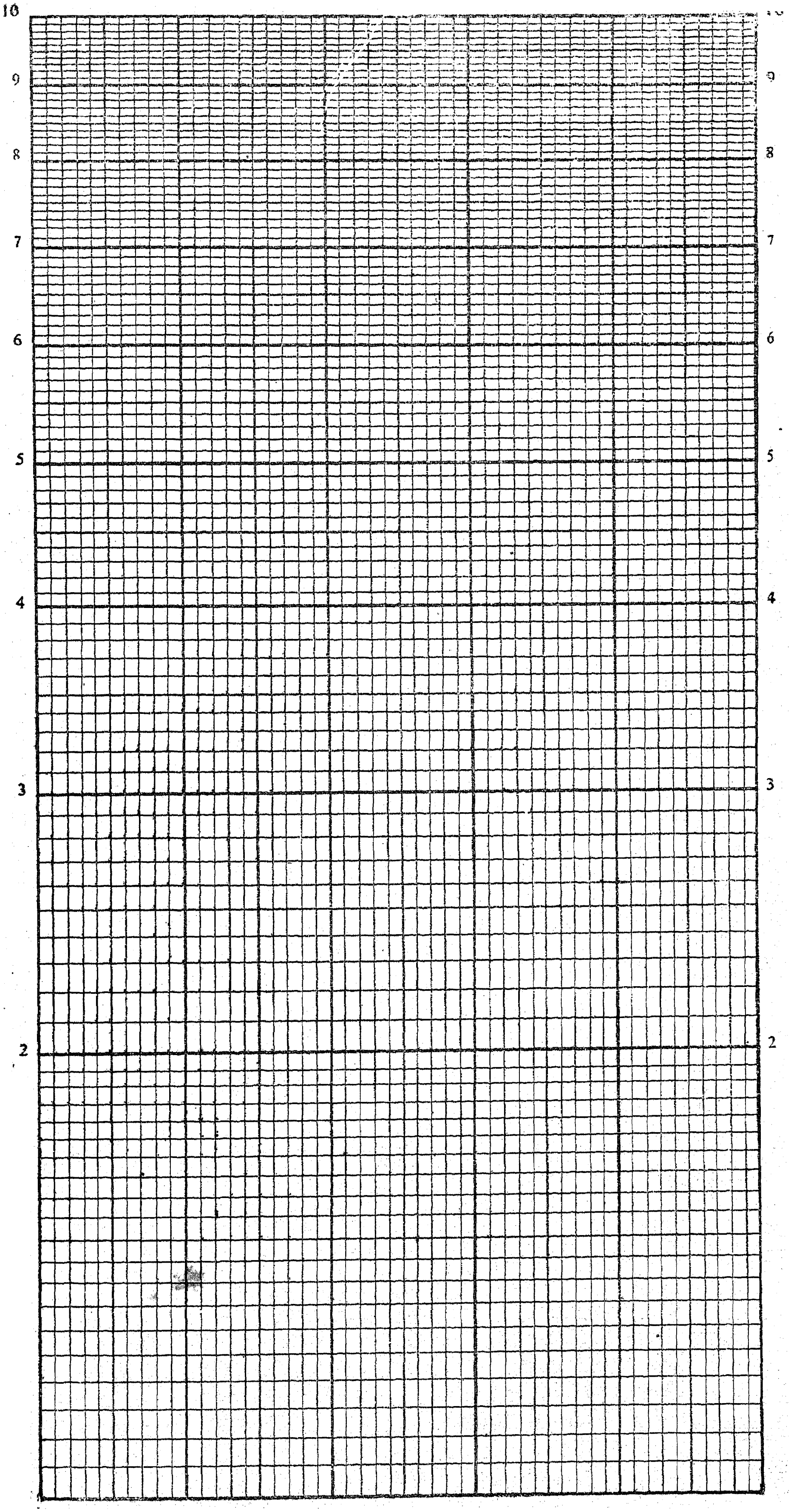
அட்டவணை 9—மடக்கைகள்

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170						4	9	13	17	21	26	30	34	38
						0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	16	20	24	28	32	37
11	0414	0453	0492	0531	0569						4	8	12	15	19	23	27	31	35
						0607	0645	0682	0719	0755	4	7	11	15	19	22	26	30	33
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969					3	7	11	14	18	21	25	28	32
							1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	20	24	27	31
13	1139	1173	1206	1239	1271						3	7	10	13	16	20	23	26	30
						1303	1335	1367	1399	1430	3	7	10	12	16	19	22	25	29
14	1461	1492	1523	1553							3	6	9	12	15	18	21	24	28
					1584	1614	1644	1673	1703	1732	3	6	9	12	15	17	20	23	26
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903					3	6	9	11	14	17	20	23	26
							1931	1959	1987	2014	3	5	8	11	14	16	19	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148						3	5	8	11	14	16	19	22	24
						2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	10	13	15	18	21	23
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430					3	5	8	10	13	15	18	20	23
							2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	19	22
18	2553	2577	2601	2625	2648						2	5	7	9	12	14	16	19	21
						2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	11	14	16	18	21
19	2788	2810	2833	2856	2878						2	4	7	9	11	13	16	18	20
						2900	2923	2945	2967	2989	2	4	6	8	11	13	15	17	19
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8

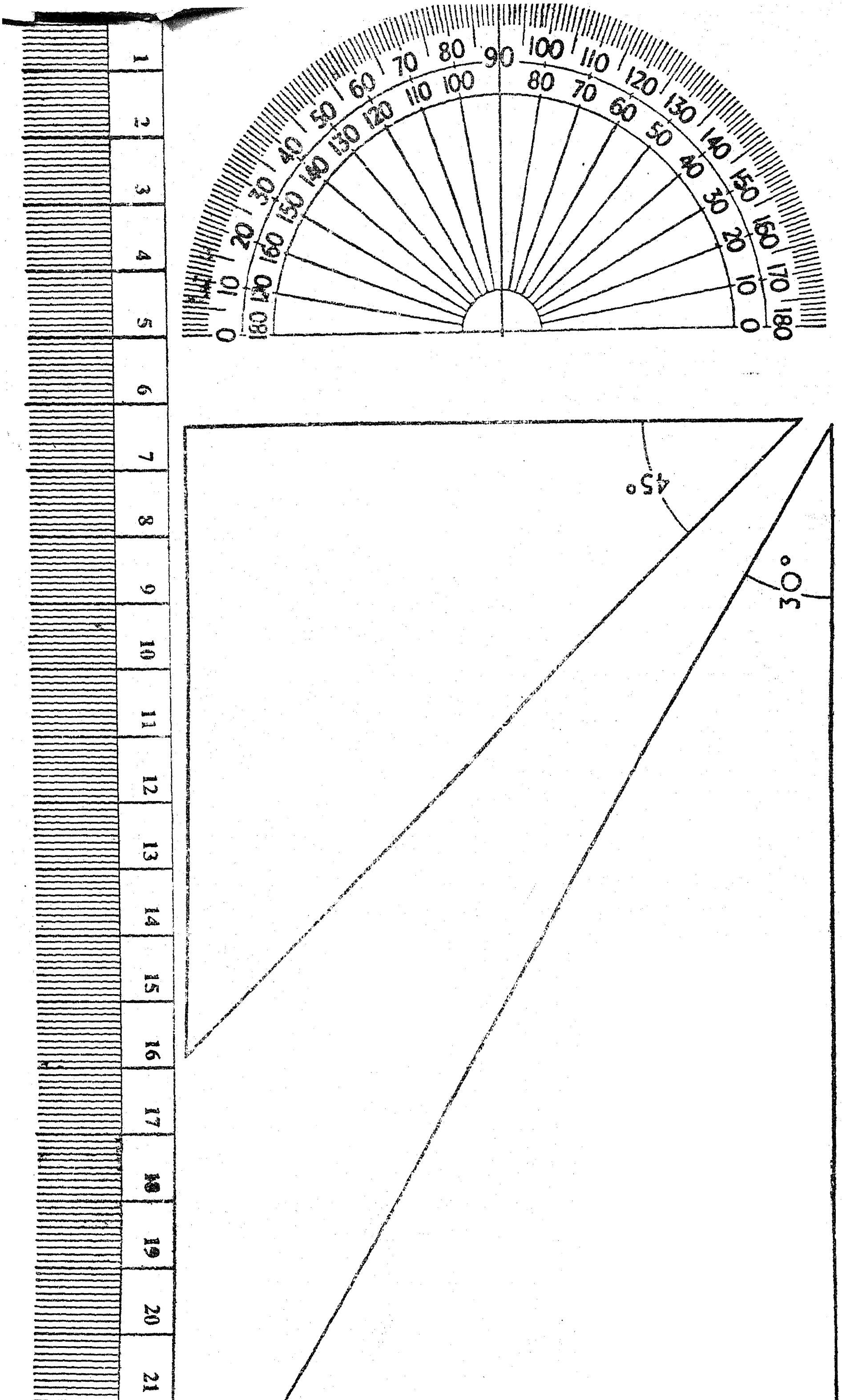
The copyright of that portion of the above table which gives the logarithms of numbers from 1,000 to 2,000 is the property of Messrs. Macmillan and Company Ltd., who, however, have authorized the use of the form in any reprint published for educational purposes.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	2	3	3	3	4

Note: These tables are so constructed that the fourth figure of a logarithm obtained by their use is never more than one unit above or below the best 4-figure approximation. E.g. if the logarithm found is 0.5014 the best 4-figure approximation may be 0.5013, 0.5014 or 0.5015. Greater accuracy than this cannot be obtained by the use of a uniform table of differences of this kind.



10
9
8
7
6
5
4
3
2



45°
30°
60°

India Book of Records

CERTIFICATE

CENTENARY CELEBRATIONS OF PROF DR. N SUBBU REDDIAR

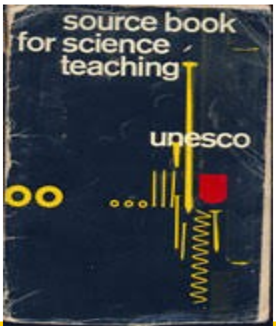
Prof Dr S Ramalingam (born on 13 Oct 1949) Organizing Secretary, Na Subbu Reddiar 100 Educational Trust, Chennai, Tamil Nadu, has conceived, designed and meticulously executed 108 Centenary Events throughout Tamil Nadu during the Centenary Year (2015-2016) of Prof. Dr. N Subbu Reddiar who served the cause of education for 65 years andwritten 135 books in various fields (100 books after retirement).

Biswaroop Roy Chowdhury
Chief Editor
India Book of Records

Date: March 19, 2018

India Book of Records is registered with the Government of India with RNI no. HARENG/2010/32259.

India Book of Records is affiliated to Asia Book of Records and follows Asian Protocol of Records (APRs) as per the consensus arrived at the meeting of the Chief Editors of National Record Books, Ho Chi Minh City, Vietnam.

ISBN 978-81-939835-3-9

9 788193 983539